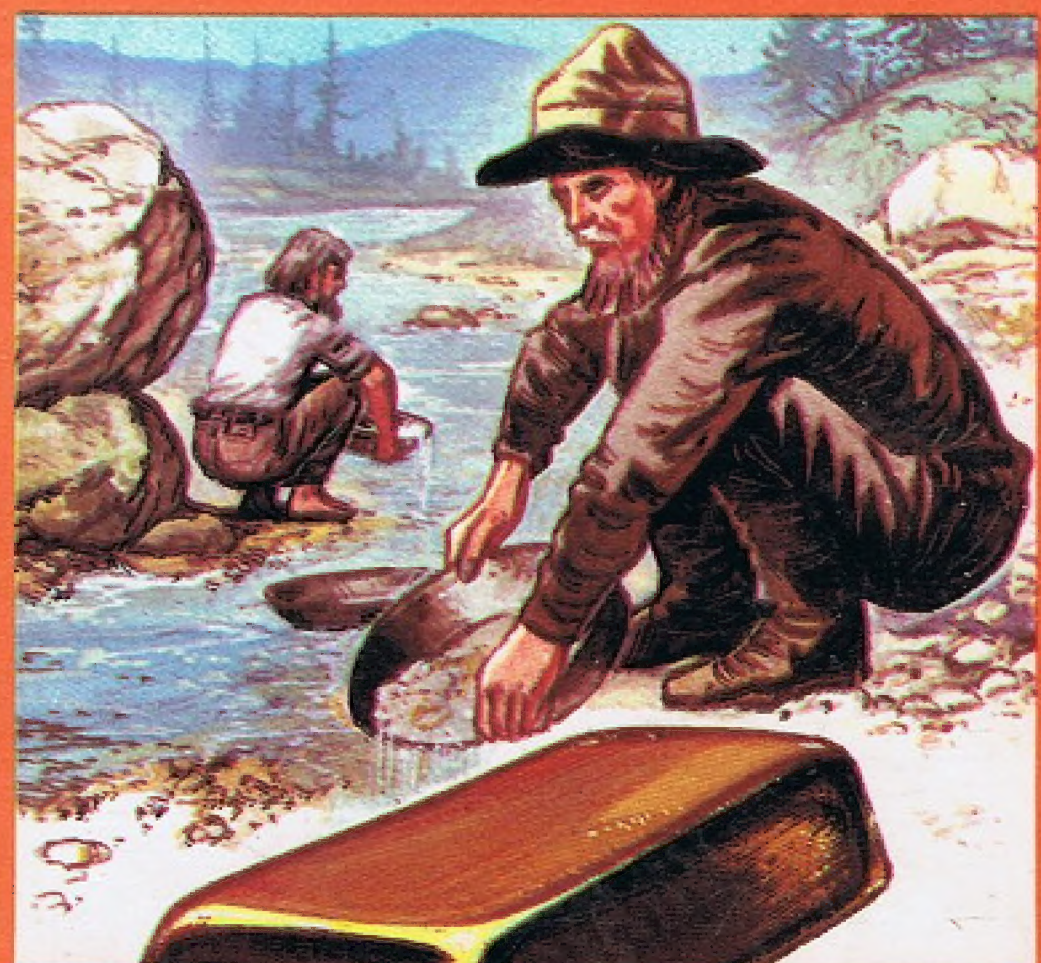
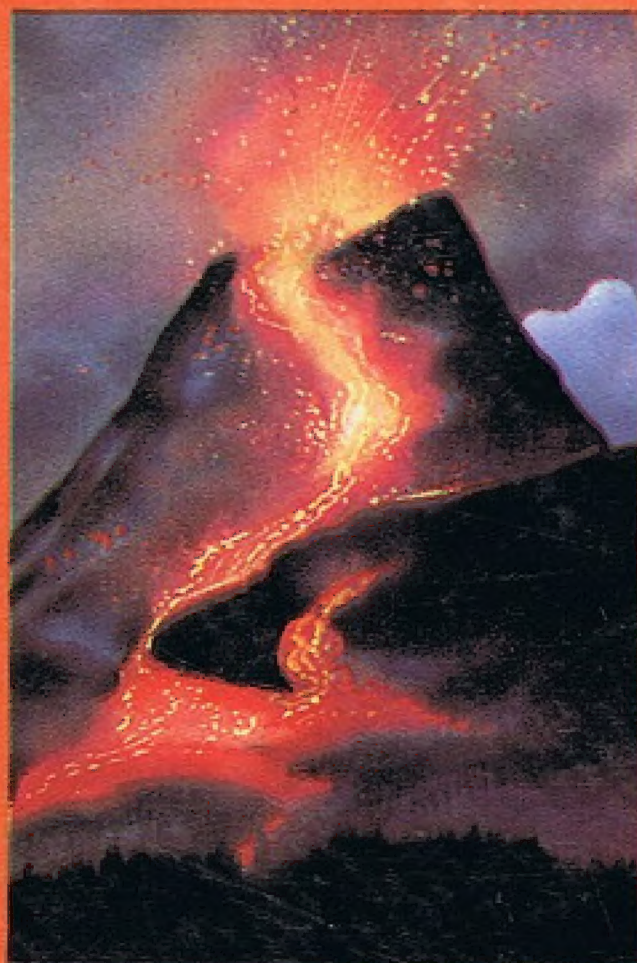


أسئلة ؟ وأجوبة

# فوق الأرض وتحتها



الشركة الشرقية للمطبوعات





ساهم في إعداد هذه الموسوعة:

جان - بول البير  
استاذ في التاريخ والجغرافيا

بيار اقيروس  
دكتور في الفيزياء واوليانوغرافي

جان - فرنسوا كارتيه  
مستشار في الزراعة

دمينيك دافي  
مهندس معماري ومدني

ميراي فورنييه  
مجازة في الحقوق

دنيز غرينون  
طبيبة

كريستين غرونوالد  
استاذة في علم الاحياء

جان - ميشال مازان  
عالم بالطبيعيات والاحاث

ماري - بيار برديره  
مؤرخة

جان - بول توتان  
عالم براكين

تحت اشراف:

مارتين ودانيال ساسيه وبيار اقيروس  
والشركة الشرقية للمطبوعات



أسئلة . ؟ . وأجوبة

# فوق الأرض وتحتها



الشركة الشرقية للمطبوعات



## رحلة فوق الأرض

إلى أين يُمكنُ أن نصِلَ حينَ نُسَافِرُ؟  
كَمْ تَبْلُغُ سُرْعَتُنَا؟

١١ - ١٠

هَلْ يُمكنُ الذَّهَابُ إلى كُلِّ مكانٍ؟

مُنْذُ مَتَى تُبْنَى الجُسُورُ؟

١٣ - ١٢

كَمْ يَمكُنُ أن يكونَ الجسرُ كبيراً؟  
عَلامَ يَعْتَمِدُ الجسرُ المَعلَقُ؟

## الثروات الجوفية

ما نفعُ الأنفاقِ؟

كيفَ تُحْفَرُ الأنفاقُ؟

١٥ - ١٤

لماذا لا تنهارُ الأنفاقُ؟

مِمَّ تتألفُ السَّيَّارةُ؟

١٧ - ١٦

كيفَ يُديرُ المُحرِّكُ عَجَلاتِ السَّيَّارةِ؟  
أَيْنَ تُصَنِّعُ السَّيَّاراتُ؟

أَيْنَ مُحَرِّكُ الدَّرَاجَةِ؟

١٩ - ١٨

هَلِ الدَّرَاجَةُ النَّارِيَّةُ خَطِرَةٌ؟

ما نفعُ السَّبَّاقِ؟

لِمَاذَا يُوضَعُ الزَّفْتُ عَلَى الطَّرِيقِ؟

هَلْ يَخْتَلِفُ الأوتوسترادُ عَنِ الطَّرِيقِ

٢١ - ٢٠

الأُخْرَى؟

كيفَ تُبْنَى السُّكَّكُ الحَدِيدِيَّةُ؟

كيفَ نَجِدُ النِّفْطَ؟

كيفَ يَنْعَطِفُ القِطَارُ؟

٣٩ - ٣٨

هَلْ يَمكُنُ نَقْلُ النِّفْطِ والغازِ؟

هَلْ يَجِبُ عَلَى القِطَارِ دائِماً أن يَتَّبَعَ

الإشاراتِ؟

لِمَاذَا تَشْتَعلُ بعضُ آبارِ النِّفْطِ؟

إلى أينَ تَذْهَبُ القَنَوَاتُ؟

٢٥ - ٢٤

ما نفعُ المَراكِبِ النَهْرِيَّةِ المُسَطَّحَةِ؟

لماذا تَمُرُّ المَراكِبُ النَهْرِيَّةُ في ثُرَعٍ؟

ألا تُوجَدُ مَحَطَّاتٌ إلا للقِطَارَاتِ؟

٢٧ - ٢٦

هَلْ تُوجَدُ وسائلُ نَقْلِ غَرِيبَةٌ جِدًّا؟

أَيُمْكِنُ أن نَزِيدَ في سُرْعَتِنَا؟

لماذا يُحْكِي عَنْ «مَوَادِّ أَوَّلِيَّةٍ»؟

٣١ - ٣٠

ماذا نَجِدُ إذا حَفَرْنَا الأَرْضَ؟

أَكُلُ المَنَاجِمِ تَشَابَهُ؟

كيفَ نَنزِلُ إلى قاعِ المَنجمِ؟

٣٣ - ٣٢

أَيَسُودُ الظُّلَامُ حَقًّا تَحْتَ الأَرْضِ؟

هَلِ العَمَلُ تَحْتَ الأَرْضِ صَعْبٌ؟

ما المَوادُّ المَنجمِيَّةُ؟

هَلْ كَانَتْ المَوادُّ المَنجمِيَّةُ دائِماً مَوجودَةً؟

٣٥ - ٣٤

لماذا تَذابُّ بعضُ المَوادِّ المَنجمِيَّةِ؟

هَلْ يُمكنُ أن تُخَلَطَ مادَّتانِ مَنجمِيَّتانِ؟

٣٧ - ٣٦

مِمَّ الفُرنُ العَالِي؟

أَيْنَ تُوجَدُ مَصانِعُ الفولاذِ الكُبْرَى؟



ما نفع مصفاة النفط؟

هل توجد اللدائن في الطبيعة؟ ٤٠ - ٤١

أصحح أنه قد صنع من النفط «لحم عجل»؟

لماذا يحكى عن طاقات جديدة؟

هل يمكن استغلال نار البراكين؟ ٥٦ - ٥٧  
ما الطاقة الشمسية؟

هل يمكن أن تختفي الطاقة كلياً؟ ٥٨ - ٥٩

لماذا يقال إننا يجب أن نقتصد في الطاقة؟

هل يمكن أن نجد الطاقة خارج الأرض؟

هل يمكن أن تبنى البيوت بالتراب؟

ما المقلع؟ ٤٢ - ٤٣

من أين يأتي الإسمنت والجص؟

لماذا يقال إن بعض الأحجار كريمة؟

كيف نجد الذهب؟ ٤٤ - ٤٥

أما زالت توجد ثروات أخرى تحت الأرض؟

## أسرار الطاقة

كيف تدور المحركات؟

ما نفع الطاقة؟ ٤٨ - ٤٩

هل يمكن لمس الطاقة؟

هل توجد مناجم للكهرباء؟

هل الكهرباء عملية؟ ٥٠ - ٥١

هل البطارية خزان للكهرباء؟

كيف يمكن توليد الكهرباء من الماء؟

ما نفع السد؟ ٥٢ - ٥٣

هل يمكن استعمال قوة البحر أيضاً؟

كيف تسير القاطرة البخارية؟

هل يشغل الهواء أيضاً بعض الآلات؟ ٥٤ - ٥٥

ما المحطة النووية؟

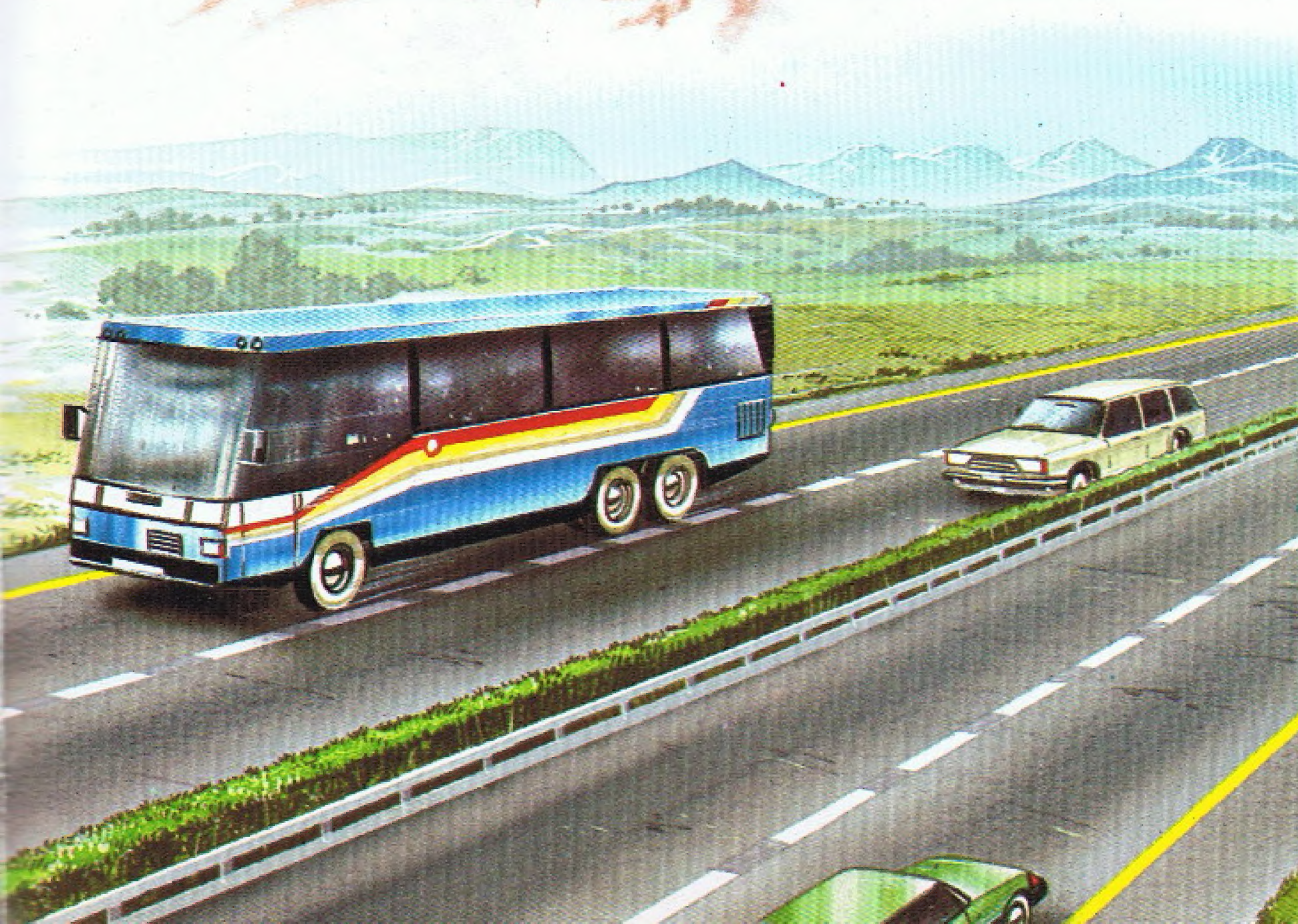


## رَحْلَةٌ فَوْقَ الْأَرْضِ

المَطَرُ والريِّحُ والثَّلَجُ وَحَدَثُهُمْ، مُجْتَازِينَ الْجِبَالَ أَوْ  
الْأَنْهَارَ بِصُعُوبَةٍ. وَبَعْدَئِذٍ، رَكِبُوا بَعْضُ  
الْحَيَوَانَاتِ كَالْحِمَارِ، وَالْحِصَانِ، وَالْجَمَلِ،  
فَازْدَادُوا سُرْعَةً؛ إِذْ خَفَّ تَعَبُهُمْ، وَصَارُوا قَادِرِينَ  
عَلَى نَقْلِ أَهْمَالٍ أَثْقَل. ثُمَّ، بِفَضْلِ الْعَجَلَةِ، صَنَعُوا  
عَرَبَاتٍ لِنَقْلِ الْمَزِيدِ مِنَ الْبَضَائِعِ أَوْ مِنَ الرُّكَّابِ؛  
فَكَانَتِ النَّقَالَةُ الْيَدَوِيَّةُ ذَاتُ الْعَجَلَةِ الْوَاحِدَةِ، ثُمَّ  
الْعَرَبَاتُ الْمُتَعَدِّدَةُ الْعَجَلَاتِ... دَفَعُوهَا فِي الْبَدَايَةِ  
أَوْ جَرُّوَهَا بِالْأَيْدِي أَوْ بِقُوَّةِ الْحَيَوَانَاتِ، ثُمَّ زَوَّدُوهَا

يُمْكِنُنَا الْيَوْمَ، فِي بُرْهَةٍ، أَنْ نَتَخَاطَبَ عَنْ بَعْدٍ،  
عَبْرَ الْإِذَاعَةِ وَالْهَاتِفِ، أَوْ نَرَى بَعْضَنَا بَعْضًا، عَبْرَ  
التِّلْفِزِيُونِ، بِشَكْلِ مُبَاشَرٍ. وَلَكِنْ مِنْذُ زَمَنٍ بَعِيدٍ  
جِدًّا، كَانَ الرِّجَالُ وَالنِّسَاءُ يُسَافِرُونَ لِيَتَلَاقَوْا،  
وَيَتَبَادَلُوا الْمُنْتَجَاتِ. لِذَلِكَ طَوَّرُوا شَيْئًا فَشَيْئًا وَسَائِلَ  
النَّقْلِ.

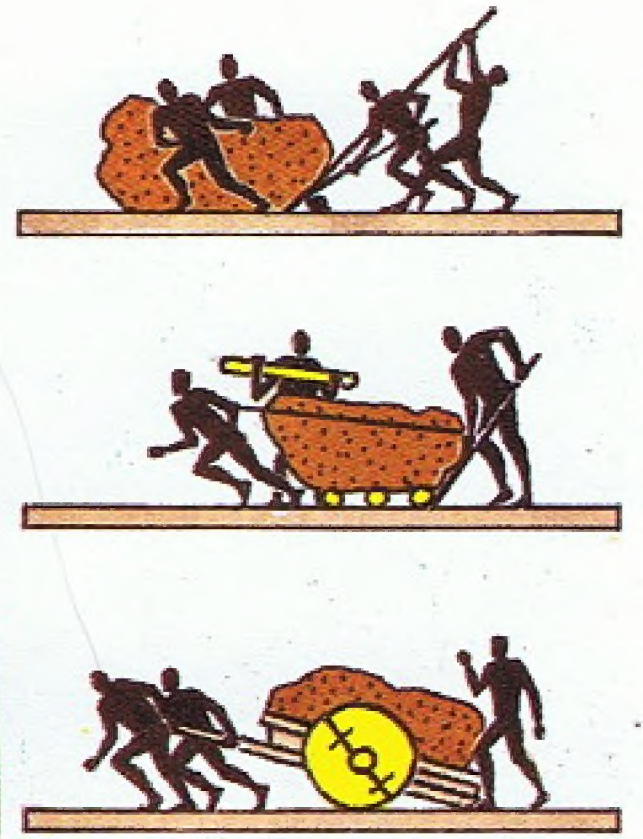
فِي الْبَدَايَةِ، سَارُوا عَلَى الْأَقْدَامِ، بِطُيٍّ، مُوَاجِهِينَ





بِمَحْرَكَاتٍ.

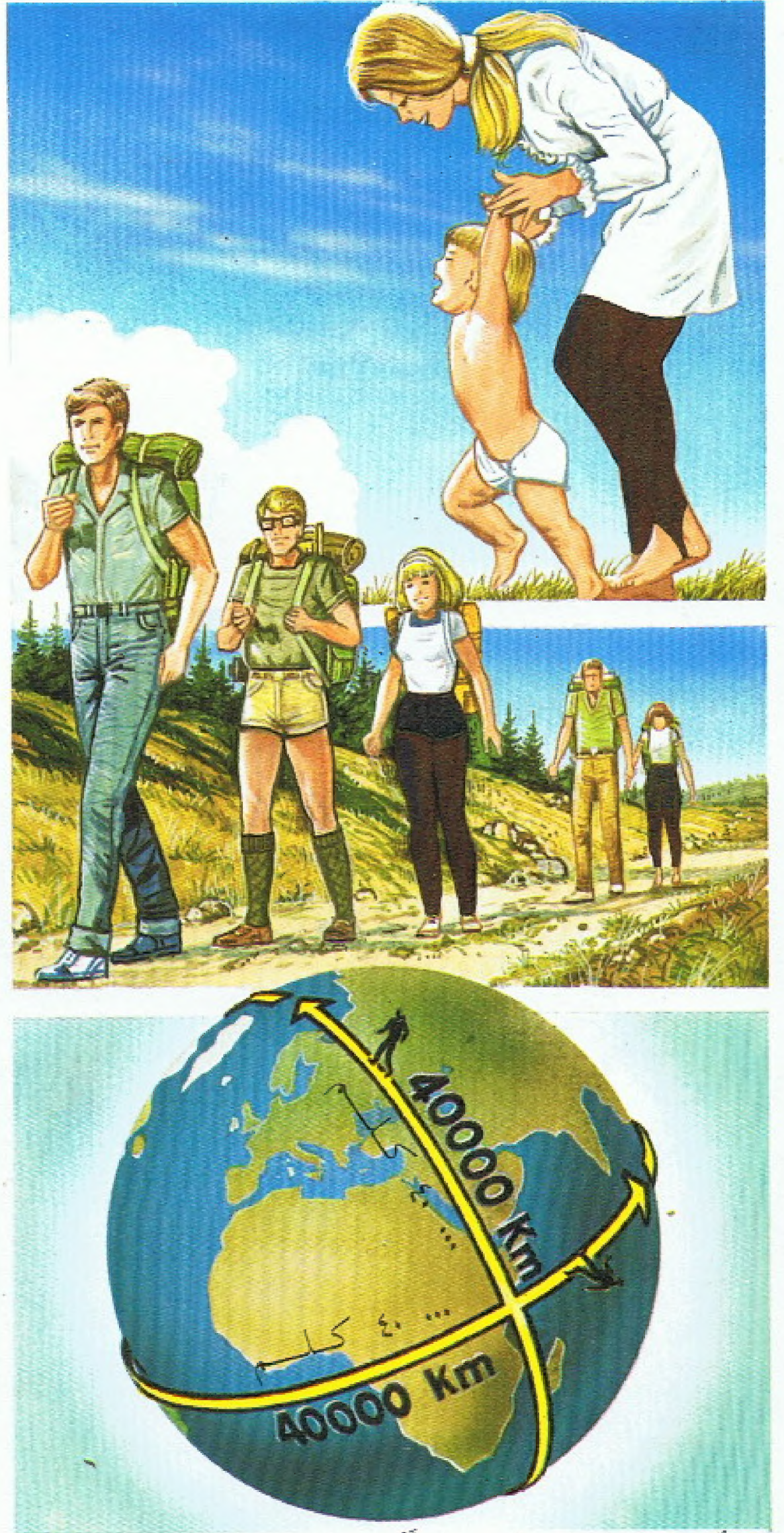
وأخيراً، شَقُّوا الطُّرُقَاتِ، لِيُسِيرُوا كُلَّ وَسَائِلِ  
النَّقْلِ هَذِهِ، عَبْرَ الْأَرْيَافِ أَوْ الْغَابَاتِ. وَغَطَّوْهَا  
بِالْحَصَى أَوْ الْبَلَاطِ لِيَكُونَ السَّفَرُ عَلَيْهَا مُرِيحًا.  
ولا يزالون، حتَّى اليوم، يَذْهَبُونَ أَبْعَدَ وَأَسْرَعَ.  
اكتَشَفَ كُلُّ الْأَسْفَارِ الَّتِي يُمَكِّنُ أَنْ تَقُومَ بِهَا  
على الأرضِ.





## إِلَى أَيْنَ يُمَكِّنُ أَنْ نَصِلَ حِينَ نُسَافِرُ؟

حِينَ تَقُومُ بِخَطَوَتَيْنِ، تَتَقَدَّمُ نَحْوَ مِثْرٍ. إِذَا أَعَدْتَ الْكَرَّةَ أَلْفَ مَرَّةٍ، فَسَتَكُونُ قَدْ سَرْتَ أَلْفَ مِثْرٍ، أَيْ كِيلُومِثْرًا وَاحِدًا. وَهَذَا يَتَطَلَّبُ مِنْكَ رُبْعَ سَاعَةٍ مِنَ السَّيْرِ الْمُتَوَاصِلِ. وَهَكَذَا، إِذَا انْطَلَقْتَ صَبَاحًا وَتَوَقَّفْتَ مَسَاءً، فَسَتَجْتَازُ عِشْرِينَ أَوْ ثَلَاثِينَ كِيلُومِثْرًا يَوْمِيًّا. إِذَا أَرَدْتَ أَنْ تَجْتَازَ فَرَنْسَا، مَثَلًا، مِنْ الشَّمَالِ إِلَى الْجَنُوبِ، فَقَدْ تَحْتَاجُ إِلَى أَكْثَرِ مِنْ شَهْرٍ. أَمَّا اجْتِيَازُ الْأَرْبَعِينَ أَلْفَ كِيلُومِثْرٍ الَّتِي تَشْكُلُ مُحِيطَ الْأَرْضِ، فَيَتَطَلَّبُ مِنْكَ أَرْبَعَ سَنَوَاتٍ تَقْرِيبًا! هَكَذَا تَفْهَمُ أَنَّ السَّفَرَ سِيرًا عَلَى الْأَقْدَامِ مُرْهِقٌ، وَيَسْتَغْرِقُ وَقْتًا طَوِيلًا. هَذَا مَا جَعَلَ النَّاسَ يَخْتَرِعُونَ وَسَائِلَ النُّقْلِ.



جَوْلَةٌ حَوْلَ الْعَالَمِ: أَرْبَعُونَ أَلْفَ كِيلُومِثْرٍ

## هَلْ يُمَكِّنُ الذَّهَابُ إِلَى كُلِّ مَكَانٍ؟

الْقِطَارَاتِ، تَحْمِينًا. وَأَشْكَالُهَا الْخَاصَّةُ تُتِيحُ لَهَا أَنْ تَدْخُلَ جَيْدًا فِي الْهَوَاءِ. كُلُّ هَذِهِ التَّطَوُّرَاتِ تُتِيحُ لَنَا أَنْ نَذْهَبَ إِلَى كُلِّ مَكَانٍ تَقْرِيبًا. كَمَا أَنَّ الْأَسْفَارَ صَارَتْ الْطَفَ وَأَكْثَرَ إِمْتَاعًا. فَعَلَى جَوَانِبِ الطَّرِيقَاتِ تَظْهَرُ مَحْطَاتُ الْوُقُودِ، وَمَوَاقِفُ السَّيَّارَاتِ، وَالْمَلَاعِبُ، وَالْفَنَادِقُ، وَالْمَطَاعِمُ...

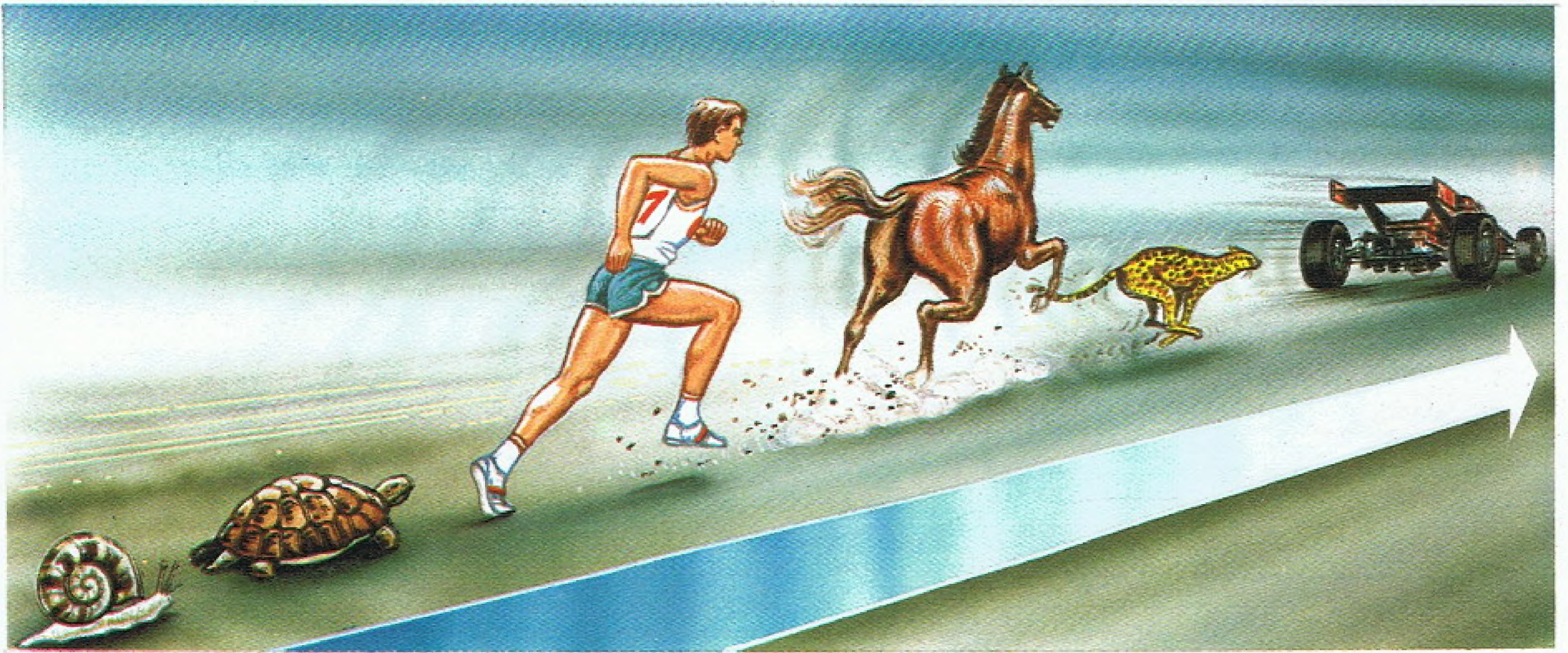
حِينَ نُسَافِرُ، تُوَاجِهُنَا عَقَبَاتٌ يَجِبُ أَنْ نَتَخَطَّاهَا: أَنْهَارٌ، أَوْ بَحَارٌ، أَوْ جِبَالٌ. لِذَا شَقَّ النَّاسُ طُرُقَاتٍ وَأَنْفَاقًا، وَبَنَوْا جُسُورًا. لَكِنَّ الْأَمْطَارَ، أَوْ الرِّيحَ، أَوْ الثَّلُوجَ، تُعِيقُنَا أَيْضًا. وَهَكَذَا فَإِنَّ الطَّائِرَاتِ أَوْ السَّيَّارَاتِ، أَوْ



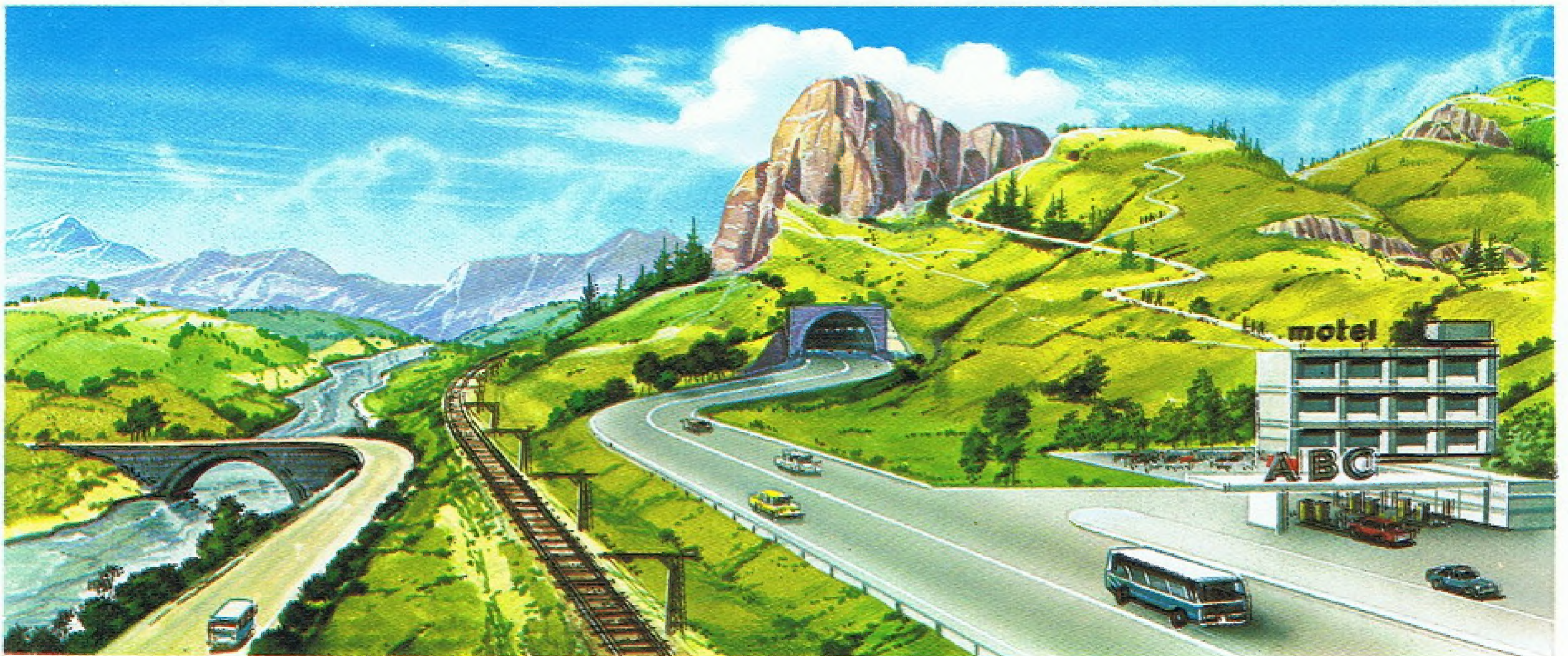
## كَمْ تَبْلُغُ سُرْعَتَنَا؟

عِشْرِينَ كِيلُومِتْرًا فِي السَّاعَةِ، لَكِنْ فَقَطْ عَلَى  
مَسَافَةٍ قَصِيرَةٍ. إِنَّهَا سُرْعَتُكَ الْقُصْوَى. بَعْضُ  
الْعَدَائِينَ يَسْتَطِيعُونَ تَجَاوُزَ الْأَرْبَعِينَ كِيلُومِتْرًا  
فِي السَّاعَةِ عَلَى مَسَافَةٍ مِئَةِ مِتْرٍ. وَسَيَّارَاتُ  
السَّبَاقِ، الَّتِي يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ سُرْعَتِهَا مِئَتَيْ  
كِيلُومِتْرٍ فِي السَّاعَةِ، تَصِلُ إِلَى قِمَمٍ فِي السَّرْعَةِ  
تَجَاوُزُ ثَلَاثَ مِئَةِ كِيلُومِتْرٍ فِي السَّاعَةِ.

تَخْتَلِفُ سُرْعَتُكَ، حِينَ تَمْشِي، بِاخْتِلَافِ  
انْحِدَارِ الطَّرِيقِ، أَوْ دَرَجَةِ تَعَبِكَ. لَكِنْ، عَلَى  
مَسَافَةٍ طَوِيلَةٍ، تَكُونُ سُرْعَتُكَ مُنْتَظِمَةً إِلَى  
حَدٍّ مَا، وَتَقْدَرُ بِنَحْوِ خَمْسَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ فِي  
السَّاعَةِ. هَذَا هُوَ مُتَوَسِّطُ سُرْعَةِ الْإِنْسَانِ حِينَ  
يَمْشِي. أَمَّا إِذَا انْدَفَعْتَ رَاكِبًا، فَقَدْ تَجْتَازُ



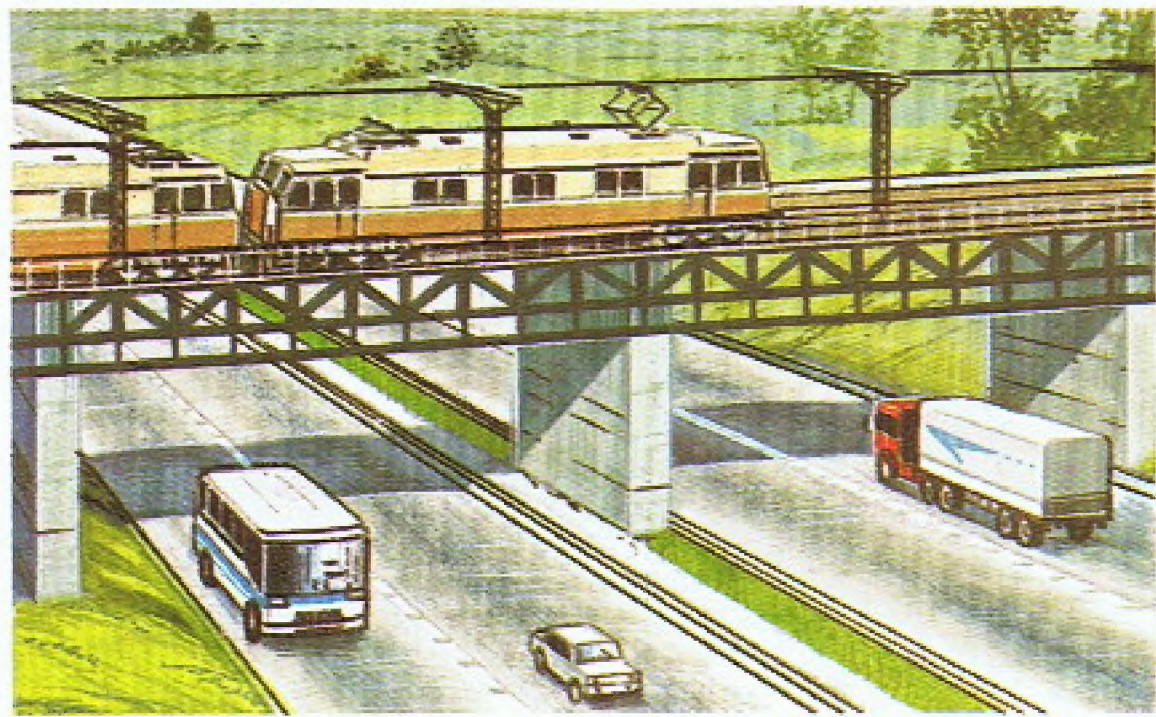
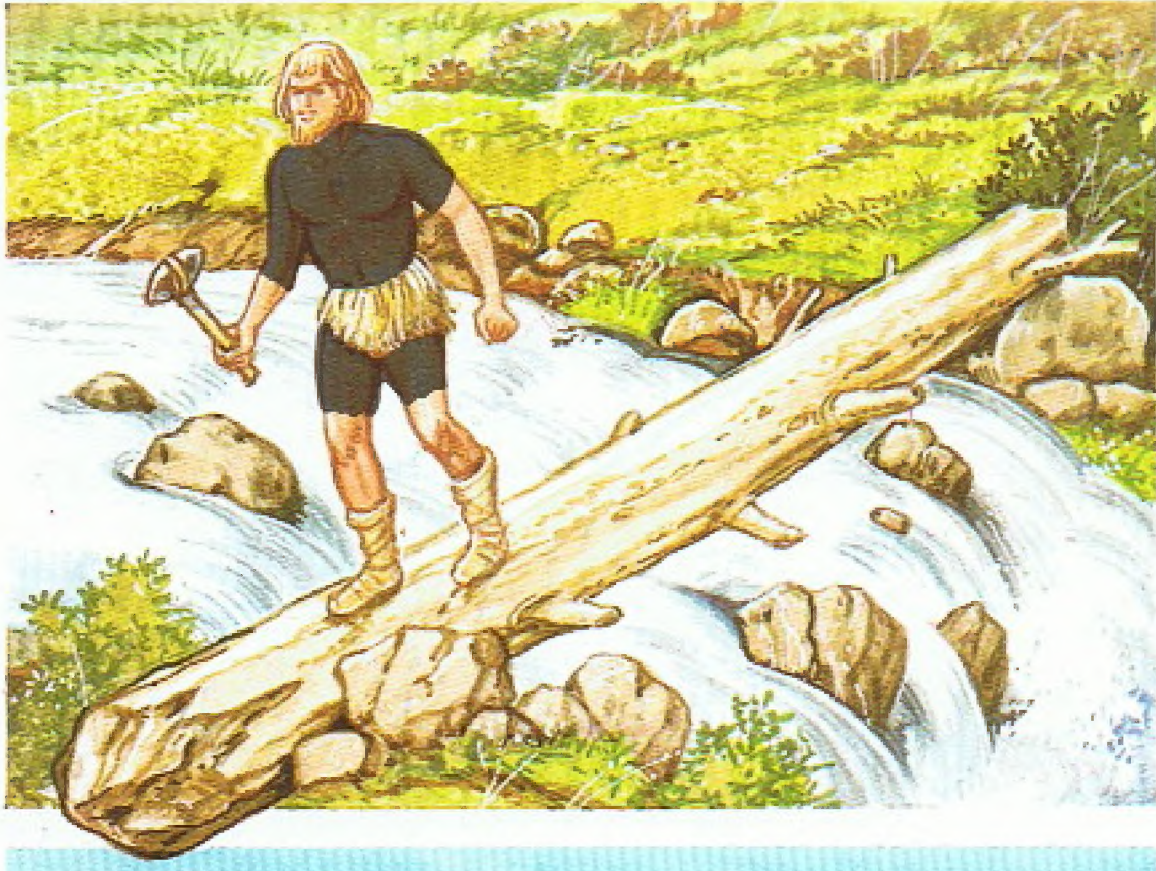
مِنْ مِتْرٍ فِي السَّاعَةِ، لِلْحَزُونِ، إِلَى ثَلَاثِ مِئَةِ كِيلُومِتْرٍ فِي السَّاعَةِ لِسَيَّارَةِ السَّبَاقِ



لَقَدْ اخْتَرَعْنَا، شَيْئًا فَشِيئًا، وَسَائِلَ تُبَيِّحُ لَنَا أَنْ نَنْتَقِلَ فِي كُلِّ مَكَانٍ عَلَى الْأَرْضِ



## مُنْذُ مَتَى تُبْنَى الْجُسُورُ؟



جُسُورٌ مِنْ خَشَبٍ، أَوْ حَجَرٍ، أَوْ حَدِيدٍ

الغَرَضُ مِنَ الْجِسْرِ هُوَ الْمُرُورُ فَوْقَ عَائِقٍ طَبِيعِيٍّ. يَكْفِي أَنْ نَضَعَ جِسْرًا مِنْ ضَفَّةِ جَدُولٍ إِلَى الْأُخْرَى، لِكَيْ نَعْبُرَ بِلَا بَلَلٍ. كَانَ إِنْسَانٌ مَا قَبْلَ التَّارِيخِ يَعْرِفُ اسْتِخْدَامَ هَذِهِ الْجُسُورِ الْبَسِيطَةِ جِدًّا، وَلَا تَزَالُ تُسْتَعْمَلُ جُسُورٌ مِنْ هَذَا النُّوعِ فِي بَعْضِ الْمَنَاطِقِ مِنَ الْعَالَمِ. وَإِذَا أَلْصَقْنَا الْجَذْعَ بِالْجَذْعِ حَصَلْنَا عَلَى سَطْحٍ عَرِيزٍ، هُوَ «أَرْضِيَّةُ» الْجُسُورِ. وَالْآنَ، ثَمَّةُ جُسُورٍ لَتَعْبُرَ السَّيَّارَاتُ فَوْقَ الْأَنْهَارِ، وَأُخْرَى لَتَمُرَّ الْقِطَارَاتُ فَوْقَ الشُّوَارِعِ، وَأُخْرَى لَكِي تَمُرَّ طُرُقُ السَّيَّارَاتِ فَوْقَ بَعْضِهَا بَعْضًا، كَمَا فِي الْمَحَوَّلَاتِ. وَحَتَّى السُّفُنُ تَمُرُّ أحيانًا عَلَى جُسُورٍ.

## عَلَامَ يَعْتَمِدُ الْجِسْرُ الْمُعَلَّقُ؟

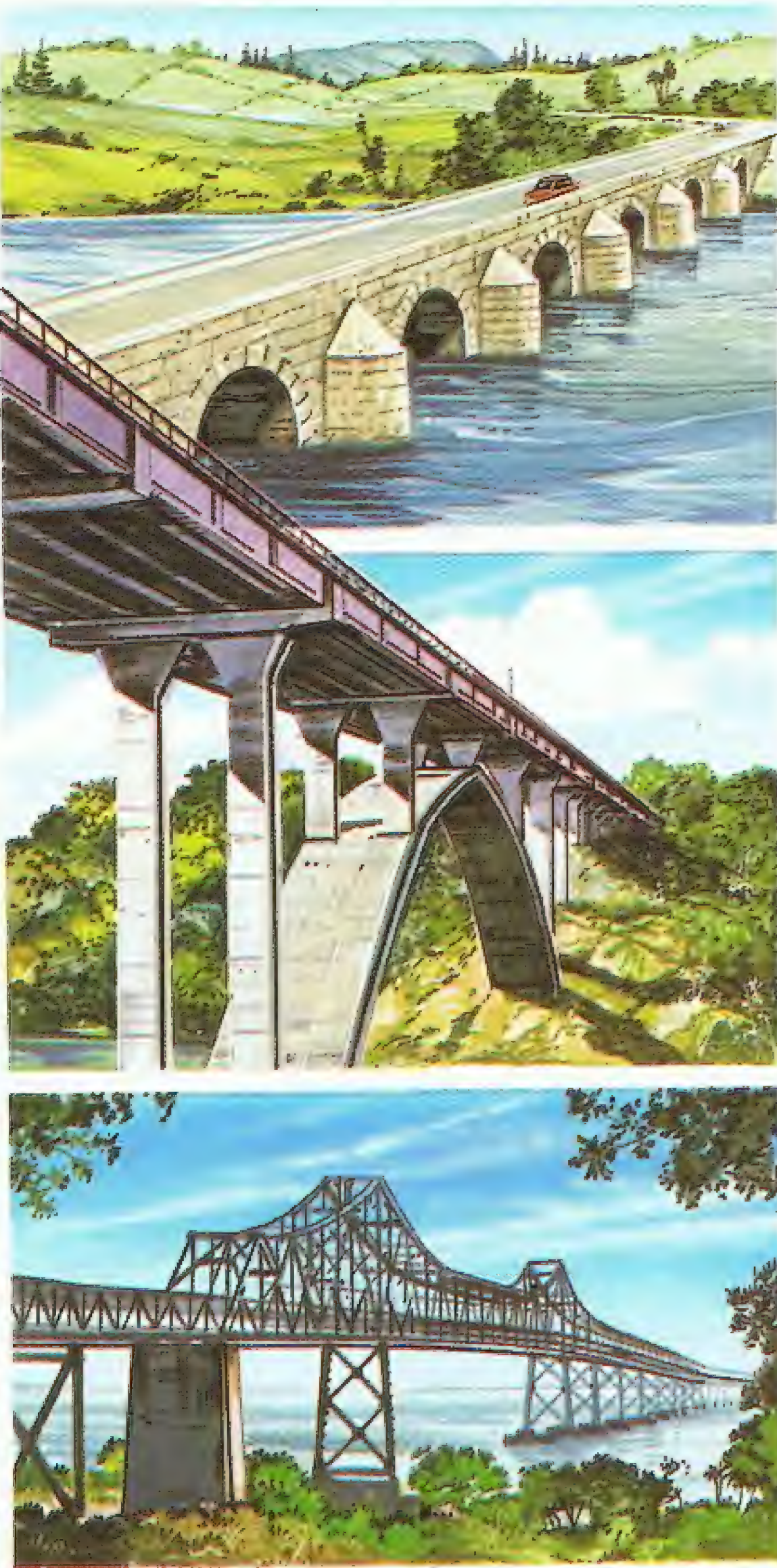
أُخْرَى. وَالْيَوْمَ أَيْضًا، لَا يَزَالُ يَوْجَدُ مِنْهَا فِي الْعَالَمِ كُلِّهِ تَقْرِيْبًا. أَمَّا الْجُسُورُ الْمُعَلَّقَةُ الْعَصْرِيَّةُ، فَلَهَا بُرُوجٌ مِنَ الْبَاطُونِ أَوْ الْفُولَادِ. وَسَطْحُهَا مُعَلَّقٌ بِأَسْلَافٍ مَعْدِنِيَّةٍ مَجْدُولَةٍ، غَلِيظَةٍ جِدًّا، يُمَكِّنُ أَنْ يَبْلُغَ قَطْرُهَا مِئَةَ سَنْتِمِترٍ.

لَا يَكُونُ الْجِسْرُ كُلُّهُ مُعَلَّقًا، إِنَّمَا سَطْحُهُ فَقَطْ. فَهُوَ كَالْأَرْجُوْحَةِ: اللَّوْحُ الَّذِي تَجْلِسُ عَلَيْهِ مُعَلَّقٌ بِحِبَالٍ تَتَدَلَّى مِنْ غُصْنِ شَجَرَةٍ أَوْ مِنْ عَارِضَةٍ ثَابِتَةٍ. مُنْذُ أَلْفِي سَنَةٍ، كَانَ الصِّينِيُّونَ يَبْنُونَ جُسُورًا مِنْ هَذَا النُّوعِ: إِذْ يَمْدُدُونَ حِبَالًا غَلِيظَةً بَيْنَ شَجَرَتَيْنِ، مِنْ ضَفَّةٍ إِلَى



# كَمْ يُمَكِّنُ أَنْ يَكُونَ الْجِسْرُ كَبِيرًا؟

في أَكْثَرِ الْأَحْيَانِ، لَا يَكْفِي مُجَرَّدُ جَذْعِ  
لِغُبُورِ نَهْرٍ. لَكِنَّ بِنَاءَ جِسْرٍ، عَلَى رَكائِزٍ أَوْ  
أَعْمِدَةٍ، يُمَكِّنُنَا مِنْ اجْتِيَازِ مَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ.  
هُنَاكَ جُسُورٌ كَثِيرَةٌ الْأَعْمِدَةِ، تَصِلُ بَيْنَ بَعْضِ  
الْجُزُرِ وَالسَّاحِلِ الْمُجَاوِرِ لَهَا، عَلَى مَسَافَةٍ  
بِضْعَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ. وَأُخْرَى حَجَرِيَّةٌ، مِنْ  
الْعَقْدِ، تَمْتَدُّ فَوْقَ عَشْرَاتِ الْأَمْتَارِ. وَأُخْرَى،  
ذَاتُ اقْوَاسٍ مَعْدِنِيَّةٍ، تَجْتَازُ فَوْقَ مِائَاتِ الْأَمْتَارِ.  
وَبَعْضُ الْجُسُورِ الْمُعَلَّقَةِ يَبْلُغُ طَوْلُهَا أَكْثَرَ مِنْ  
كِيلُومِتْرٍ.



جُسُورٌ عَلَى أَنْهَرٍ أَوْ بَيْنَ شَاطِئَيْنِ بَحْرِيَّيْنِ مُتَقَارِبَيْنِ



الشَّكْلُ الْبَدَائِيُّ لِلْجُسُورِ الْمُعَلَّقَةِ

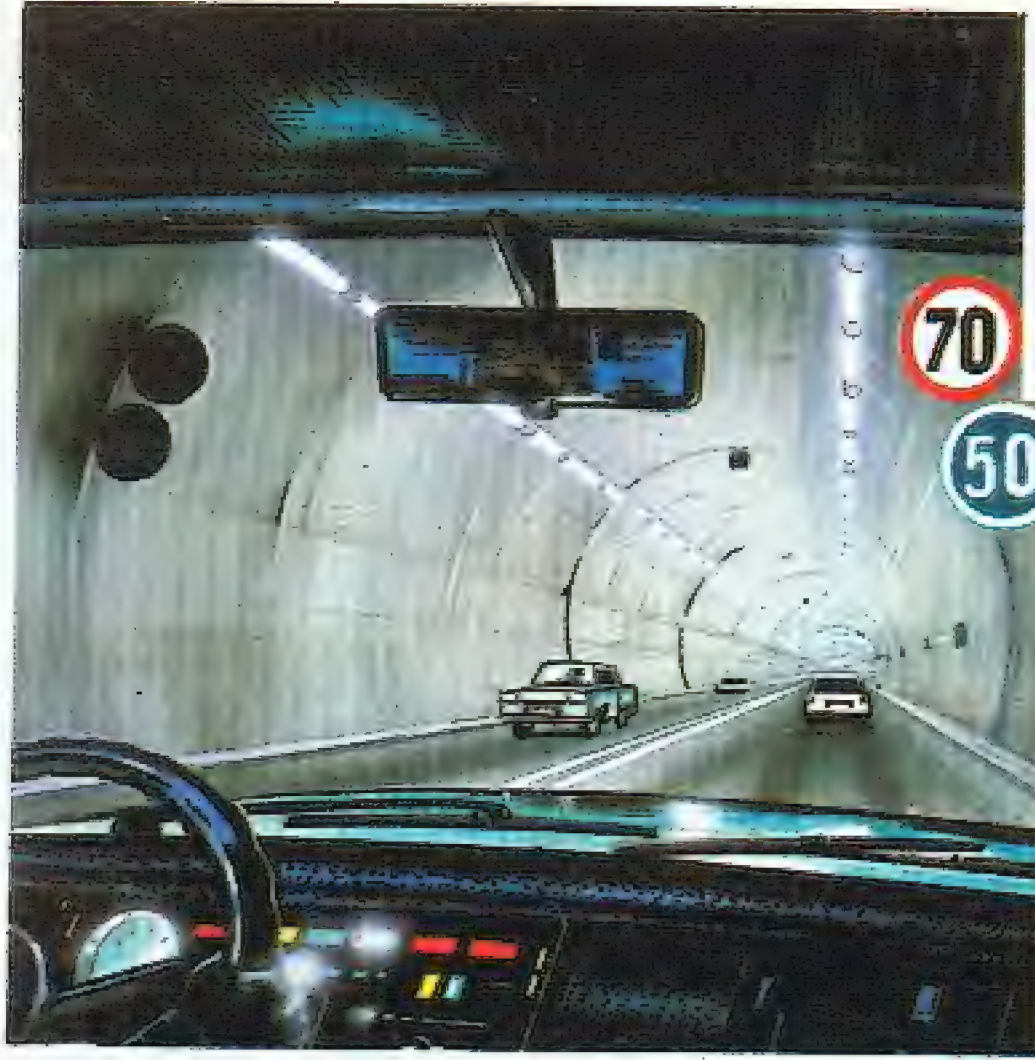


لِلْجِسْرِ الْمُعَلَّقِ



الْأَسلاكُ الْمَعْدِنِيَّةُ الْعِمْلَاقَةُ...





نَفَقٌ طَوْلُهُ ١١ كِلَم

يَصِلُ بَيْنَ فَرَنْسَا وَإِيطَالِيَا تَحْتَ الْجَبَلِ الْأَبْيَضِ...

## كَيْفَ تُحْفَرُ الْأَنْفَاقُ؟

جَانِبِ الْمَعَاوِلِ وَالرُّفُوشِ، هُنَاكَ الْمَطَارِقُ النَّبَّارَةُ  
الَّتِي تَرْتَجُّ بِسُرْعَةٍ فَتَثْقُبُ الصَّخْرَ غَائِصَةً فِيهِ.  
وَأَمَّا الْمُقْعَرَاتُ فَتَدُورُ كَدَوَامَاتٍ كَبِيرَةٍ، مُفْتَتَةً  
بِأَسْنَانِهَا، شَيْئًا فَشَيْئًا، الْأَرْضَ الْمَمْتَدَّةَ أَمَامَهَا.

عَلَى شَاطِئِ الْبَحْرِ، يُمَكِّنُكَ أَنْ تَحْفَرَ نَفَقًا،  
لَأَنَّ الرَّمْلَ رَخْوٌ. لَكِنَّ الْجَبَلَ أَصْلَبُ بِكَثِيرٍ:  
فَفِيهِ تُرَابٌ مَرْصُوصٌ، وَحَصَى وَصُخُورٌ.  
لِذَلِكَ يَجِبُ اسْتِعْمَالُ أَدَوَاتٍ مَتِينَةٍ جِدًّا  
لِلْحَفْرِ، أَوْ آلَاتٍ قَوِيَّةٍ. كَمَا تُسْتَعْمَلُ  
الْمُتَفَجِّرَاتُ الَّتِي تُحْدِثُ فَجَوَاتٍ كَبِيرَةً. وَإِلَى

## لِمَاذَا لَا تَنْهَارُ الْأَنْفَاقُ؟

حَجَرٌ، أَوْ فُولَازٍ، أَوْ بَاطُونٌ، تَنْقُلُ الثَّقْلَ مِنْ  
السَّقْفِ، إِلَى الْجَانِبَيْنِ الْمُعْتَمِدَيْنِ عَلَى الْأَرْضِ:

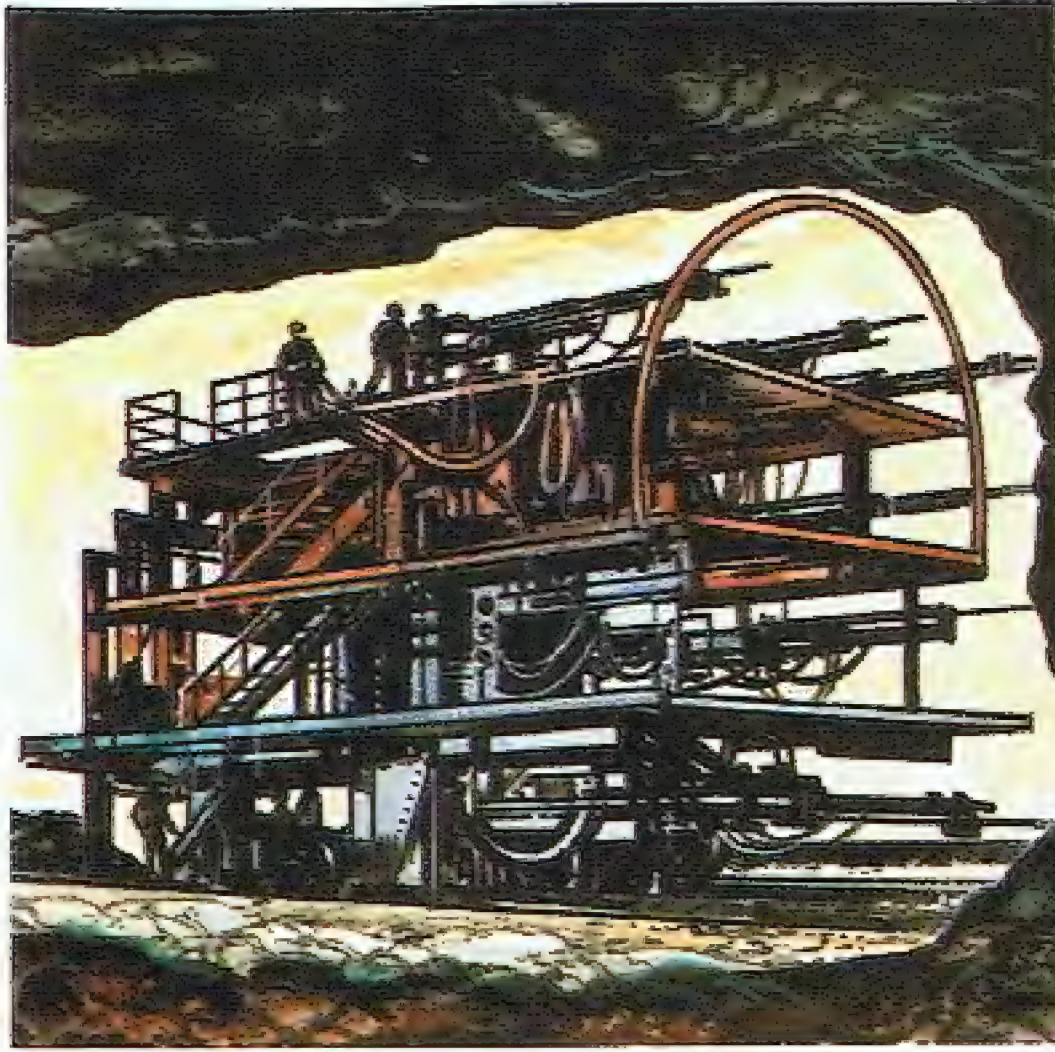
يَحْدِثُ أَنَّ يَنْهَارَ النَّفَقُ الَّذِي بَنَيْتَهُ عَلَى  
الشَّاطِئِ لِأَنَّهُ لَمْ يَتَحَمَّلْ ثِقْلَ الرَّمْلِ فَوْقَهُ.  
أَمَّا الْأَنْفَاقُ الْحَقِيقِيَّةُ، وَخُصُوصًا تِلْكَ الَّتِي  
حُفِرَتْ تَحْتَ الْجِبَالِ، فَيَجِبُ أَنْ تَتَحَمَّلَ  
آلَافَ الْأَطْنَانِ. لِذَلِكَ تُدْعَمُ بِرِكَائِزٍ وَهِيََاكِلَ  
مِنْ خَشَبٍ أَوْ حَدِيدٍ، وَبَعْدَئِذٍ تُبْنَى قُبَّةٌ مِنْ



## مَا نَفْعُ الْأَنْفَاقِ؟

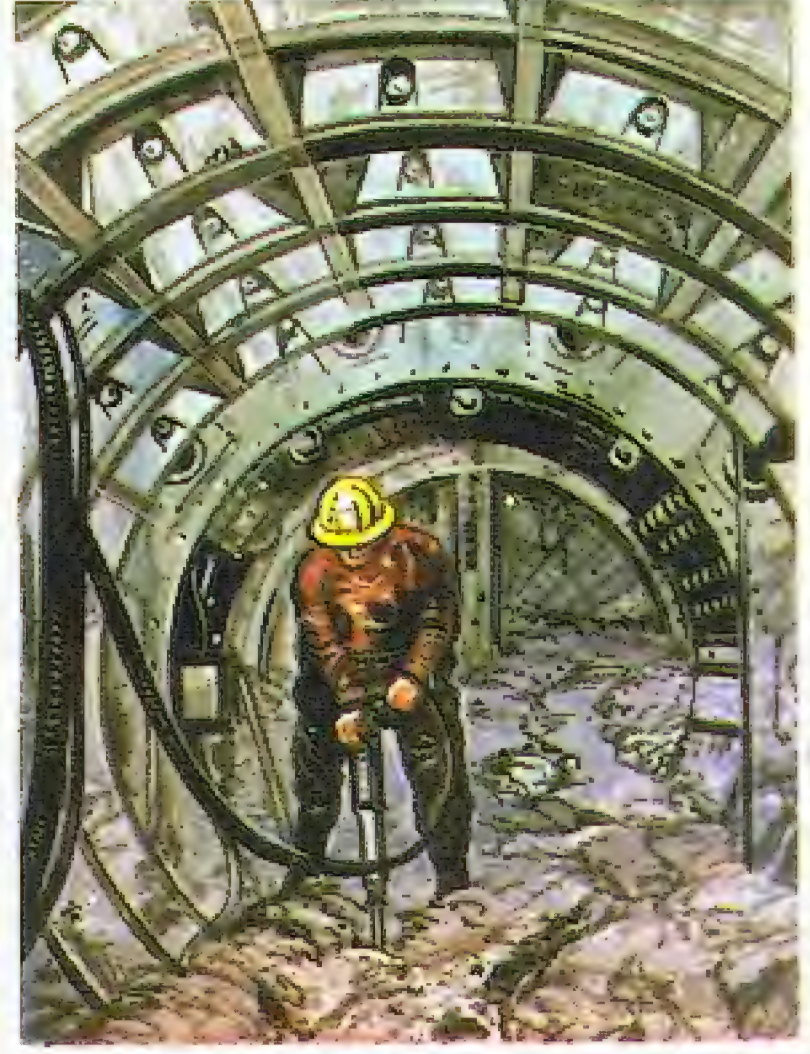
أَلْفِي مِثْرٍ تَقْرِيْبًا تَحْتَ الْقِمَّةِ، يَبْلُغُ طَوْلُهَا أَحَدَ عَشَرَ كِيلُومِثْرًا. أَمَّا أَنْفَاقُ الْمِثْرُو، فَتُفْتَحُ لَنَا أَنْ نَنْتَقِلَ فِي الْمَدِينَةِ مِنْ دُونِ أَنْ تُعِيقَنَا الْمَنَازِلُ، أَوْ حَرَكَةُ السَّيْرِ عَلَى الطَّرِيقَاتِ. وَأَنْفَاقُ الْمِثْرُو تَمُرُّ حَتَّى تَحْتَ الْأَنْهَارِ.

يَتِمُّ اجْتِيَازُ الْعَوَاقِبِ الطَّبِيعِيَّةِ إِمَّا بِالْمُرُورِ مِنْ فَوْقِهَا، كَمَا رَأَيْتَ، عَلَى جَسَرٍ، وَإِمَّا بِالْمُرُورِ مِنْ تَحْتِهَا. تُحْفَرُ تَحْتَ الْأَرْضِ دِهَالِيزُ كَبِيرَةٌ لِلسَّيَّارَاتِ، أَوْ الْقِطَارَاتِ، أَوْ السُّفُنِ: إِنَّهَا الْأَنْفَاقُ. بَعْضُهَا يَصِلُ بَيْنَ بِلَدَيْنِ عَبْرَ جَبَلٍ. فَتَحَتْ جِبَالُ الْأَلْبِ، بُنِيَتْ أَنْفَاقٌ، عَلَى عَمَقٍ



عَجَلَاتُ الْمَثَاقِبِ تُحْفِرُ الصُّخُورَ

كَمَا أَنْتَ تَحْفِرُ نَقًّا فِي الرَّمْلِ...



لِمَنْعِ انْهِيَارِ الْأَنْفَاقِ

أَوْ مِنْ خَشَبٍ...

تُبْنَى هِيََاكِلُ مِنْ حَدِيدٍ...



## مِمَّ تَتَأَلَّفُ السَّيَّارَةُ؟

العَجَلَتَيْنِ الْمُحَرِّكَتَيْنِ. وَحِينَ يُدِيرُ الْمُقَوَّدَ، تَمِيلُ  
مَعَهُ الْعَجَلَتَانِ الْأَمَامِيَّتَانِ، أَمَّا الْمَكَابِحُ، فَتَحْتَكُ  
بِالْعَجَلَاتِ، وَتُبْطِئُ دَوْرَانَهَا شَيْئًا فَشَيْئًا،  
وَعِنْدَئِذٍ يُمَكِّنُ أَنْ تَتَوَقَّفَ السَّيَّارَةُ.

تَحْتَ هَيْكَلِ السَّيَّارَةِ الْخَارِجِيِّ، يَخْتَبِئُ  
مَا يُسِيرُهَا. كُلُّ شَيْءٍ مُثَبَّتٌ عَلَى أَرْضِيَّةٍ  
صَلْبَةٍ، تَحْمِلُهَا أَرْبَعُ عَجَلَاتٍ. وَالنَّوَاضِ تَتِيحُ  
لِلْعَجَلَاتِ أَنْ «تَلْصَقَ» بِالطَّرِيقِ بِشَكْلِ أَفْضَلِ،  
وَتَجْعَلَ رُكُوبَ السَّيَّارَةِ مُرِيحًا. وَالْمَحْرَكُ، الَّذِي  
يُوضَعُ إجمالاً فِي الصَّنَدُوقِ الْأَمَامِيِّ، يُدِيرُ

## كَيْفَ يُدِيرُ الْمُحَرِّكُ عَجَلَاتِ السَّيَّارَةِ؟

الْمُحَرِّكَتَيْنِ. فَتَدُورُ الْعَجَلَتَانِ وَتَسِيرُ السَّيَّارَةُ!  
قَدْ يَبْدُو لَكَ ذَلِكَ بَسِيطًا جِدًّا. لَكِنَّ التَّوَصُّلَ  
إِلَى تَطْبِيقِهِ قَدْ تَطَلَّبَ وَقْتًا طَوِيلًا.

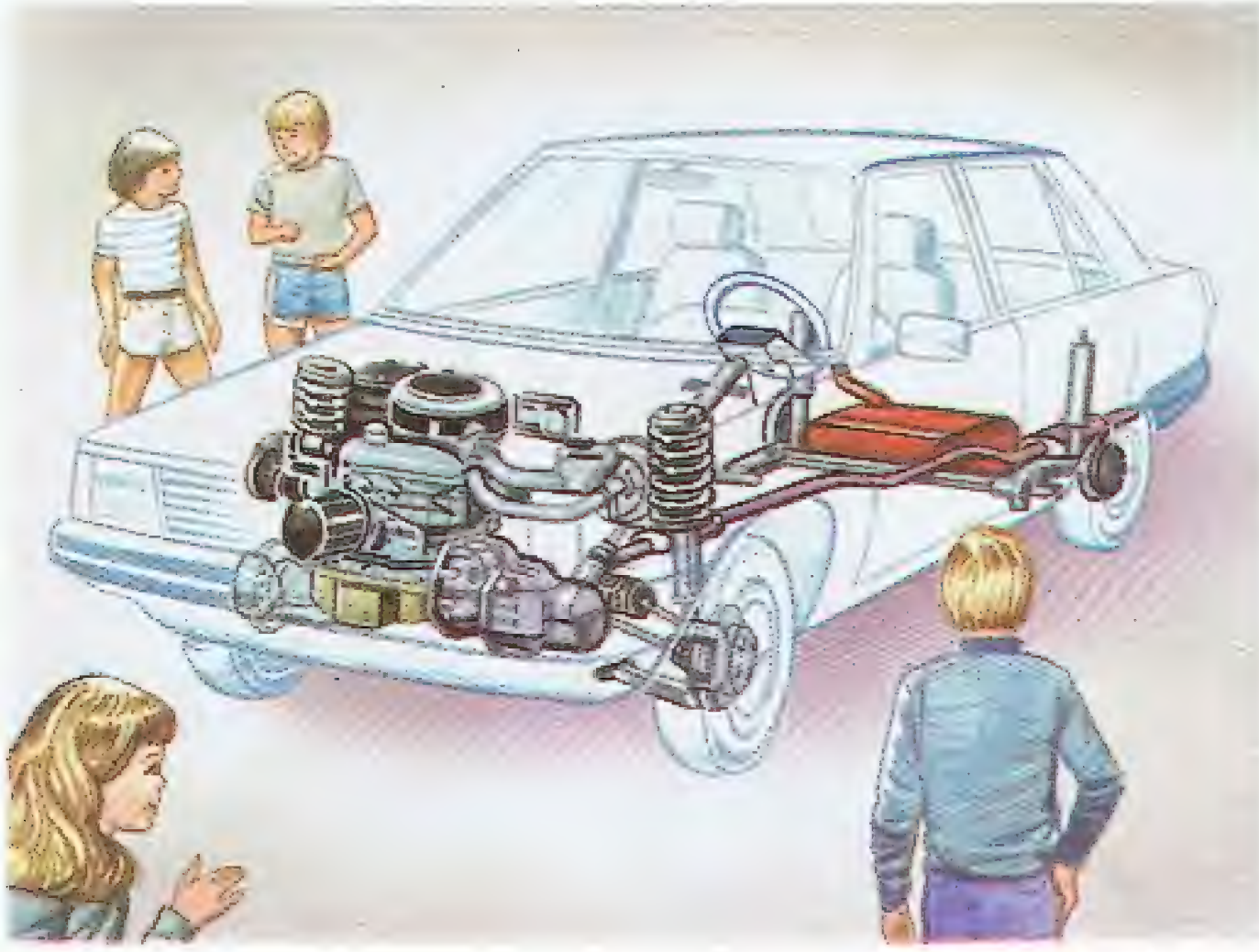
الْمَحْرَكُ آلَةٌ. فِي مُكَرَّبِنِهِ، يَخْتَلِطُ وَقُودُ  
الْخَزَانِ بِأُوكْسِيجِينِ الْهَوَاءِ. هَذَا الْخَلِيطُ يَنْفَجِرُ  
حِينَ تَصْدُرُ شَرَارَةٌ عَنِ الشَّمْعَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ.  
يَحْدُثُ الْانْفِجَارُ فِي اسْطَوَانَةٍ فُولَادِيَّةٍ صَغِيرَةٍ،  
فَيَدْفَعُ الْمَكْبَسَ بِقُوَّةٍ. وَإِذَا يَتَحَرَّكُ هَذَا الْآخِيرُ،  
يَجْرُ مَعَهُ السَّاعِدَ الَّذِي يُدِيرُ مَحْوَرَ الْعَجَلَتَيْنِ

## أَيْنَ تُصْنَعُ السَّيَّارَاتُ؟

يَشُدُّ مِحْرَقَةً، أَوْ يُثَبَّتُ مَقْعَدًا، أَوْ زُجَاجَ  
نَافِذَةٍ، أَوْ يَرْشُ دِهَانًا فِي مَوْضِعٍ مُعَيَّنٍ. وَهَكَذَا،  
فِي كُلِّ دَقِيقَةٍ، يَجْرِي تَرْكِيبُ بَضْعِ سَيَّارَاتٍ  
مَعًا. هَذَا الْعَمَلُ الْمُتَسَلِّسُ فَعَّالٌ، لَكِنَّ مُرْهَقٌ.  
شَيْئًا فَشَيْئًا، تَحِلُّ آلَاتُ مَبْرَمَجَةٍ مَحَلَّ النَّاسِ  
لِإِتْمَامِ هَذِهِ الْأَعْمَالِ.

إِذَا كُنْتَ تُحِبُّ الْأَشْغَالَ الْيَدَوِيَّةَ، وَتَتَحَلَّى  
بِكَثِيرٍ مِنَ الصَّبْرِ، فَقَدْ تَسْتَطِيعُ أَنْ تُصْنَعَ  
لِنَفْسِكَ سَيَّارَةً. هَكَذَا، عَلَى كُلِّ حَالٍ، صُنِعَتِ  
السَّيَّارَاتُ الْأُولَى، بِوَلَعٍ كَبِيرٍ. أَمَّا الْيَوْمَ،  
فَهِيَ تُصْنَعُ فِي الْمَصَانِعِ. تَمُرُّ تِلْقَائِيًّا أَمَامَ الْعُمَّالِ.  
وَكُلُّ مِنْهُمْ يَضَعُ قِطْعَةً، هِيَ ذَاتُهَا دَائِمًا.

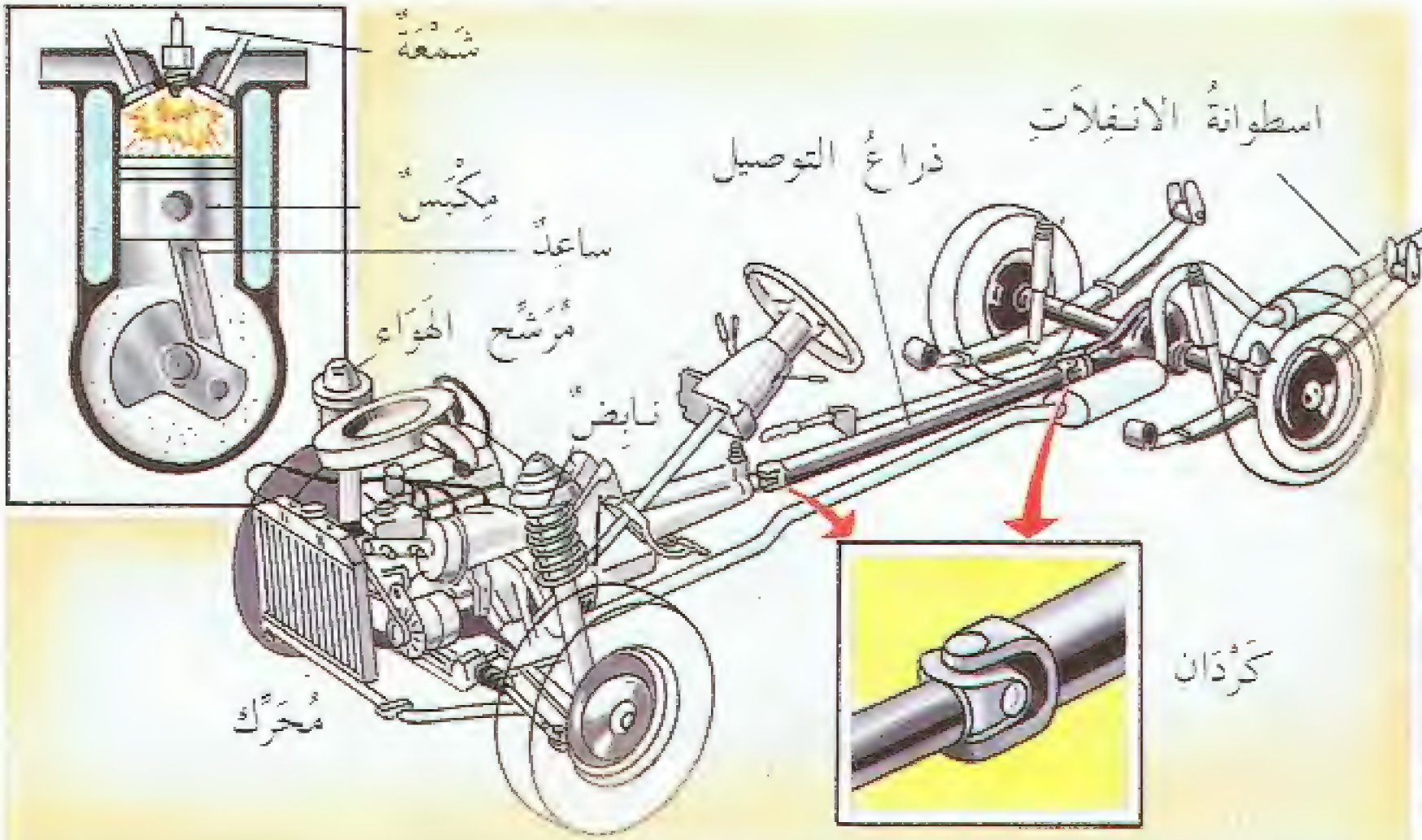




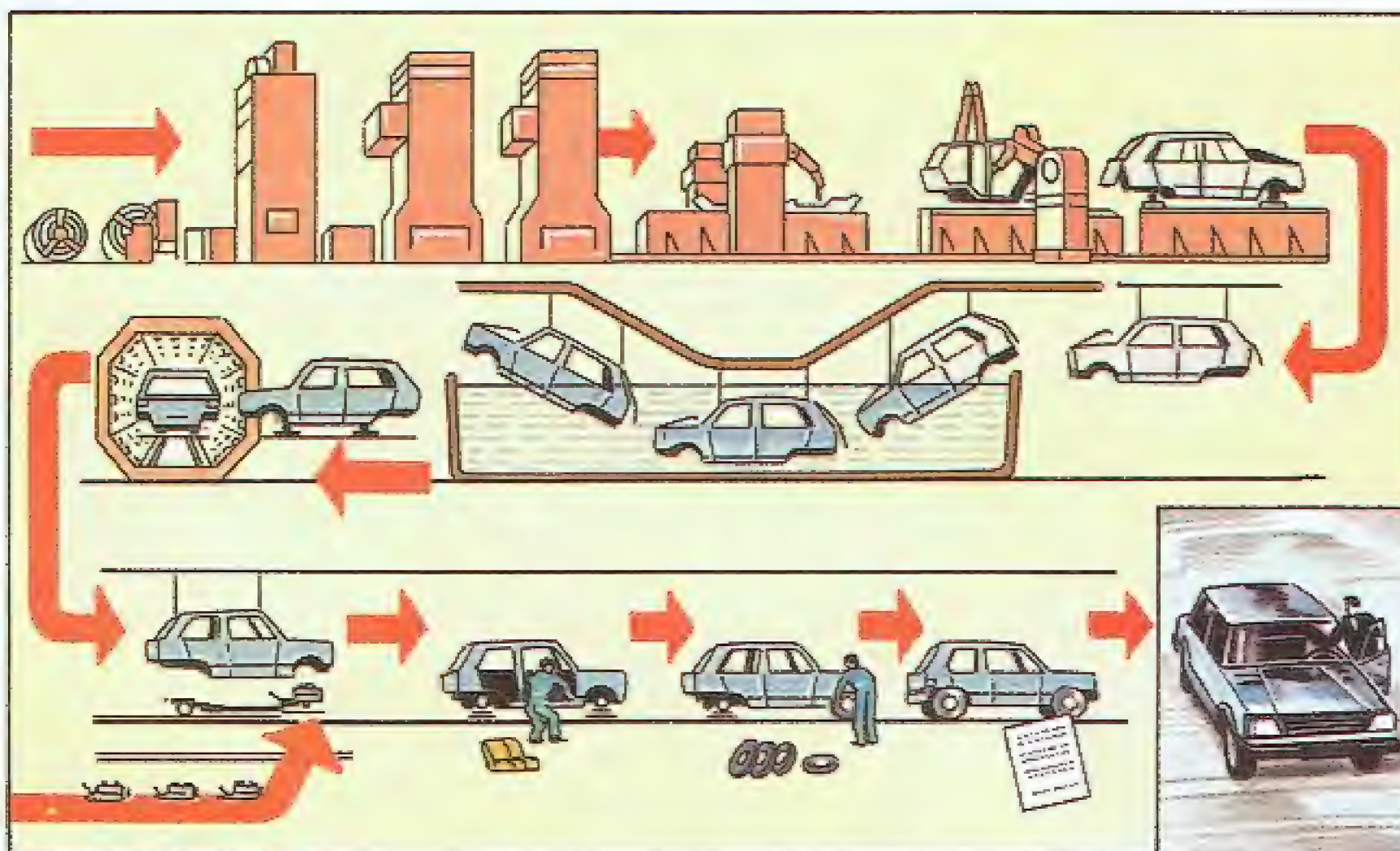
السيارة آلة مُعَقَّدة جداً



تحت هيكل خارجي غريب أحياناً...



الأجزاء الداخلية التي تُتيح للسيارة... أن تُسير



سلسلة لصنع السيارات



العمال في عملهم





دراجة لكل الأراضي



من النماذج القديمة



دراجة ذات هيكل خارجي



سائق الدراجة النارية يجب أن يضع رجله على الأرض عند التوقف... وأن يميل عند المنعطفات

## مَنَعُ السِّبَاقِ؟

لا شك أنك رأيت، على شاشتك الصغيرة، سباقات للدراجات، أو الدراجات النارية، أو السيارات. يا له من مشهد! يُحقّق الأبطال أحياناً نتائج باهرة. لكنّ المباريات تتيح أيضاً تحقيق تقدّم في صناعة السيارات والدراجات. فتبنى محرّكات جديدة، أقلّ استهلاكاً للوقود.

وتطوّر العجلات بحيث تصبح أثبت على الطرقات. وتضبط مكابح أكثر فعالية، لا تجمّد العجلات. تحسّن شروط السلامة ويراقب مدى تحمل كل قطعة للبرد أو الحرارة أو المطر.



## أَيْنَ مُحَرِّكُ الدَّرَاجَةِ؟

بالطَّبْعِ، مَهْمَا بَحَثْتَ جَيِّدًا، فَلَنْ تَرَى مُحَرِّكًا فِي دَرَّاجَتِكَ! والحالُ أَنِّهَا تَسِيرُ، حَتَّى صُعُودًا. حَسَنًا، المُحَرِّكُ هُوَ أَنْتَ! حينَ تَضْغُطُ عَلَى الدُّوَّاسَتَيْنِ، يَشُدُّ دَوْرَانُهُمَا عَلَى سِلْسِلَةِ تَدِيرِ الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ. والواقعُ أَنَّ عَضَلَاتِكَ هِيَ الَّتِي تَجْعَلُ دَرَّاجَتَكَ تَتَقَدَّمُ. لَكِنَّكَ تَجِدُ

ذَلِكَ مُتَعَبًا أحيانًا! لِمَزِيدٍ مِنَ الرَّاحَةِ وَالسَّرْعَةِ، وَجَدْتَ الدَّرَاجَةَ ذاتُ المُحَرِّكِ الصَّغِيرِ. وَهَنَاكَ نَوْعٌ مِنْ سَبَاقِ الدَّرَاجَاتِ تَسْتَعْمَلُ فِيهِ دَرَّاجَةٌ ثَلَاثِيَّةُ الْعَجَلَاتِ لَهَا هَيْكَلٌ خَارِجِيٌّ كَهَيَاكِلِ السَّيَّاراتِ!

## هَلِ الدَّرَاجَاتُ النَّارِيَّةُ خَطِرَةٌ؟

الدَّرَاجَةُ النَّارِيَّةُ، كَدَرَّاجَتِكَ الْعَادِيَّةِ، لَيْسَ فِيهَا سِوَى عَجَلَتَيْنِ: مُشْكِلَتُنَا عَلَيْهَا، هِيَ أَنَّ نَتَجَنَّبَ السَّقُوطَ. الدَّرَاجَاتُ النَّارِيَّةُ الْكُبْرَى، الْمَزُودَةُ بِمُحَرِّكَاتٍ أَقْوَى مِنْ مُحَرِّكَاتِ السَّيَّاراتِ أحيانًا، تَكُونُ ثَقِيلَةً. عِنْدَ التَّوَقُّفِ، يَجِبُ أَنْ نَضَعَ رِجْلَنَا عَلَى الْأَرْضِ. وَأَمَّا حِينَ

تَجْرِي، فَسُرْعَتُهَا هِيَ الَّتِي تَحَافِظُ عَلَى تَوَازُنِهَا؛ إِنَّمَا يَجِبُ أَنْ نَمِيلَ مَعَهَا عِنْدَ الْمُنْعَطَفَاتِ. لَيْسَتْ الدَّرَاجَةُ النَّارِيَّةُ خَطِرَةً، وَلَكِنْ يَجِبُ أَنْ نَتَعَلَّمَ جَيِّدًا كَيْفَ نَقُودُهَا. وَبِمَا أَنَّهَا لَيْسَتْ مَزُودَةٌ بِهَيْكَلٍ خَارِجِيٍّ لِحِمَايَتِنَا مِنَ الصَّدَمَاتِ، فَلَا غِنَى عَنِ الْخُوذَةِ.

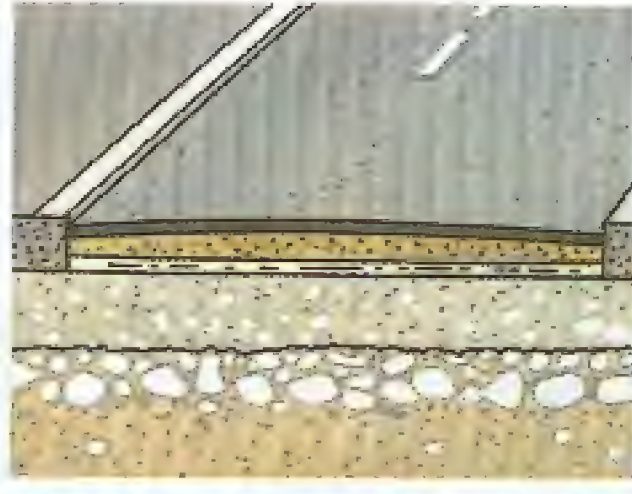


سَبَاقُ الْمَسَافَاتِ الْوَعْرَةِ



سَبَاقُ السَّيَّاراتِ



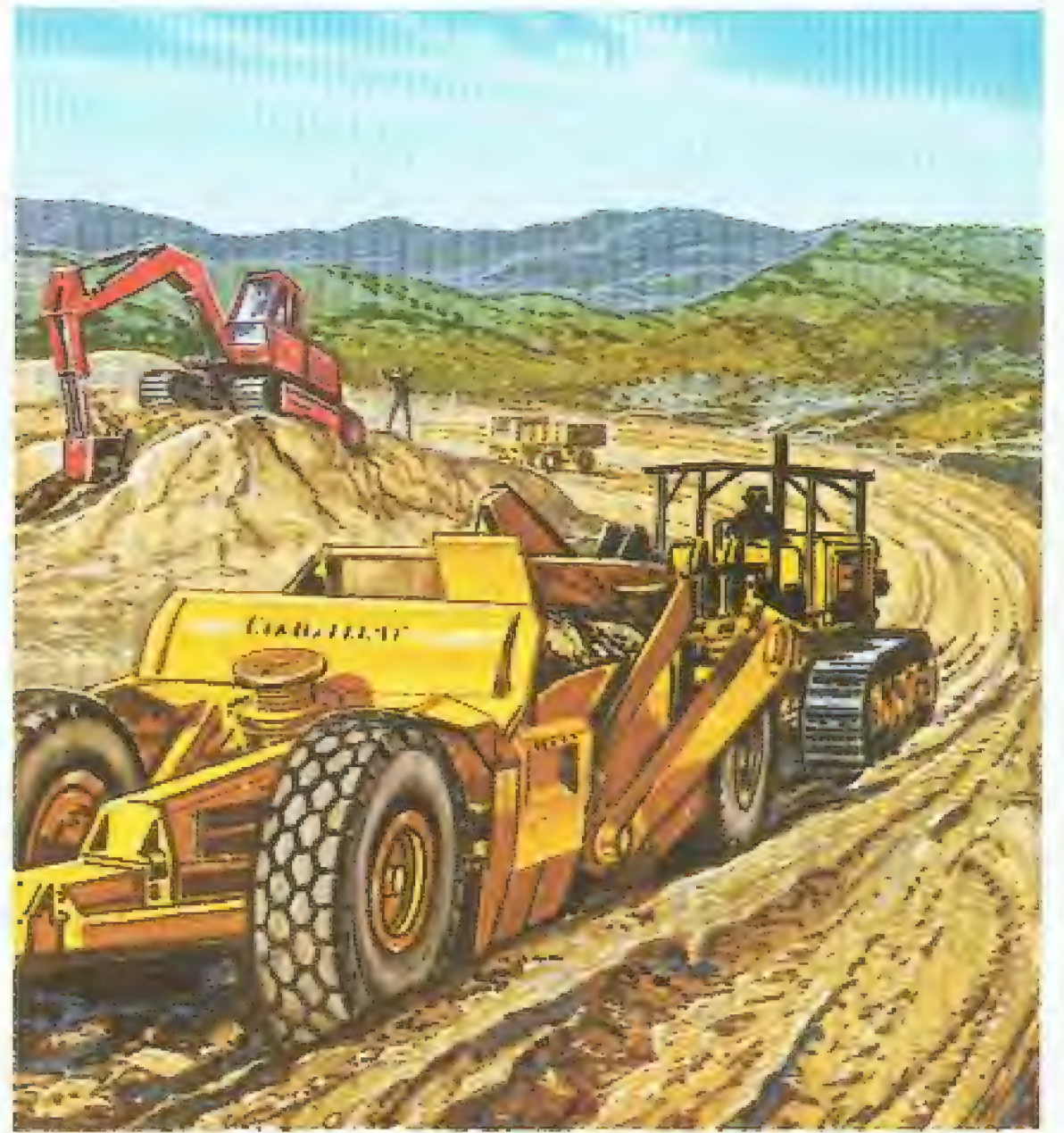


يُسَهِّلُ السَّيْرَ عَلَيْهَا

لَا بُدَّ مِنْ تَعْبِيدِ الطَّرِيقَاتِ وَتَرْفِيقَتِهَا...

## هَلْ يَخْتَلِفُ الْأُوتُوستِرَادُ عَنِ الطَّرِيقِ الْأُخْرَى؟

تَمُرُّ عَلَى الْأُوتُوستِرَادِ أحيانًا آلافُ السَّيَّاراتِ فِي سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ. لِذَلِكَ يَجِبُ أَنْ يَكُونَ مَتِينًا جِدًّا. وَلِمَزِيدِ مِنَ الْأَمَانِ، تُفَصِّلُ السَّيَّاراتُ بِرَصِيفٍ أَوْسَطَ. وَلَا يَتَلَاقَى الْخَطَّانِ، كَمَا لَا تَتَقَاطَعُ الطَّرِيقَاتُ الْأُخْرَى مَعَهُمَا. بَلْ يَجِبُ أَنْ تَمُرَّ فَوْقَ الْأُوتُوستِرَادِ أَوْ تَحْتَهُ. وَلَكِي تَسْتَطِيعَ السَّيَّاراتُ أَنْ تُحَافِظَ عَلَى سُرْعَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، تُوسَّعُ الْمُنْعَطَفَاتُ، وَتُقَلَّلُ دَرَجَاتُ الانْحِدَارِ حَيْثُ تَعْلُو الطَّرِيقُ أَوْ تَهْبِطُ. لِذَلِكَ تَكُونُ كَلْفَةُ بِنَاءِ الْأُوتُوستِرَادَاتِ وَصِيَانَتِهَا بَاهِظَةً جِدًّا.



تَتَطَلَّبُ الْأُوتُوستِرَادَاتُ أَشْغَالًا كَبِيرَةً



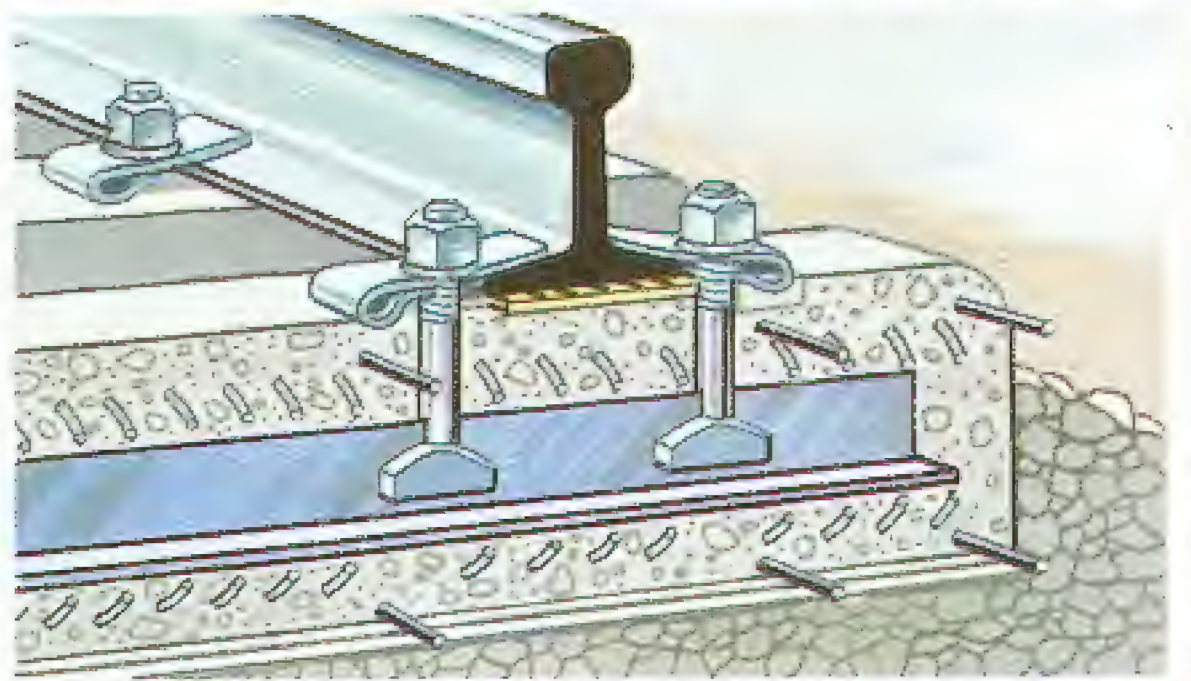
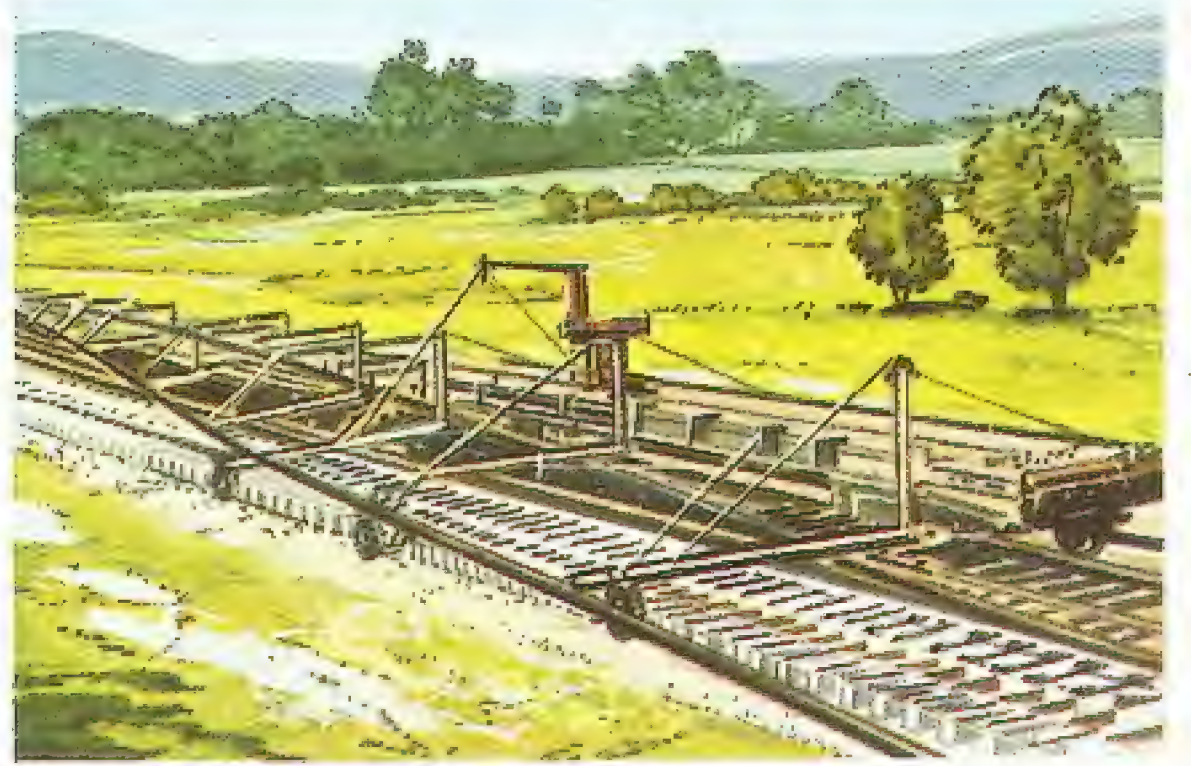
## لِمَاذَا يُوضَعُ الزَّفْتُ عَلَى الطُّرُقَاتِ؟

عَلَيْهَا أَسْهَلُ. هَكَذَا كَانَ يَفْعَلُ الرُّومَانُ.  
وَهُنَاكَ طُرُقٌ كَثِيرَةٌ مِنْ صُنْعِهِمْ لَا تَزَالُ  
مَوْجُودَةً حَتَّى الْآنَ. أَمَّا طُرُقُ أَيَّامِنَا الْحَاضِرَةِ  
فَتُعَبَّدُ وَتُغَطَّى بِالزَّفْتِ: هَكَذَا تُصْبِحُ أَكْثَرُ  
اسْتِوَاءً وَانْتِظَامًا.

كَانَتِ الطُّرُقَاتُ الْأُولَى تَرَابِيَّةً مِثْلَ دُرُوبِ  
الرَّيْفِ. كَانَتْ وَعْرَةً وَكَثِيرَةَ الْغُبَارِ. وَحِينَ  
يَسْقُطُ الْمَطَرُ، تَغُوصُ الْعَجَلَاتُ فِي الْوُحُولِ.  
لِذَلِكَ أَخَذَ النَّاسُ يُغَطُّونَ الطُّرُقَ بِالْحَصَى،  
أَوْ يُيَلِّطُونَهَا بِحَيْثُ تُصْبِحُ أَمْتَنَ، وَيَصِيرُ التَّنْقُلُ

## كَيْفَ تُبْنَى السَّكَّةُ الْحَدِيدِيَّةُ؟

لَا يُمْكِنُ أَنْ نَذْهَبَ فِي الْقِطَارِ إِلَى أَيِّ  
مَكَانٍ، كَمَا نَذْهَبُ فِي السَّيَّارَةِ. إِذَا يَجِبُ أَنْ  
تَبْقَى عَجَلَاتُهُ عَلَى السَّكَّةِ. وَهِيَ مِثْلُهَا مِنْ  
الْفُولَادِ، وَلَا تَلْمَسُ إِلَّا جِزْءًا صَغِيرًا مِنْهَا.  
وَهَكَذَا لَا تَحْتَكُ كَثِيرًا، وَيَسْتَطِيعُ الْقِطَارُ أَنْ  
يَجْرِيَ قَوَافِلَ ضَخْمَةً. بَلْ يَسْتَطِيعُ رَجُلٌ وَاحِدٌ  
أَنْ يُحَرِّكَ حَافِلَةً وَزُنُهَا عِدَّةٌ أَطْنَانٍ! لَكِنَّ  
الْمَسَافَةَ بَيْنَ خَطِّي سِكَّةِ الْقِطَارِ يَجِبُ أَنْ تَظَلَّ  
ثَابِتَةً. لِذَلِكَ تُمَهِّدُ الْأَرْضُ بِرِصَّةٍ مِنَ الْحَصَى،  
وَيُثَبَّتُ خَطُّ السَّكَّةِ عَلَى عَوَارِضَ مِنْ خَشَبٍ  
أَوْ إِسْمَنْتٍ. وَهَكَذَا لَا يَتَزَحَّزَحَانِ.

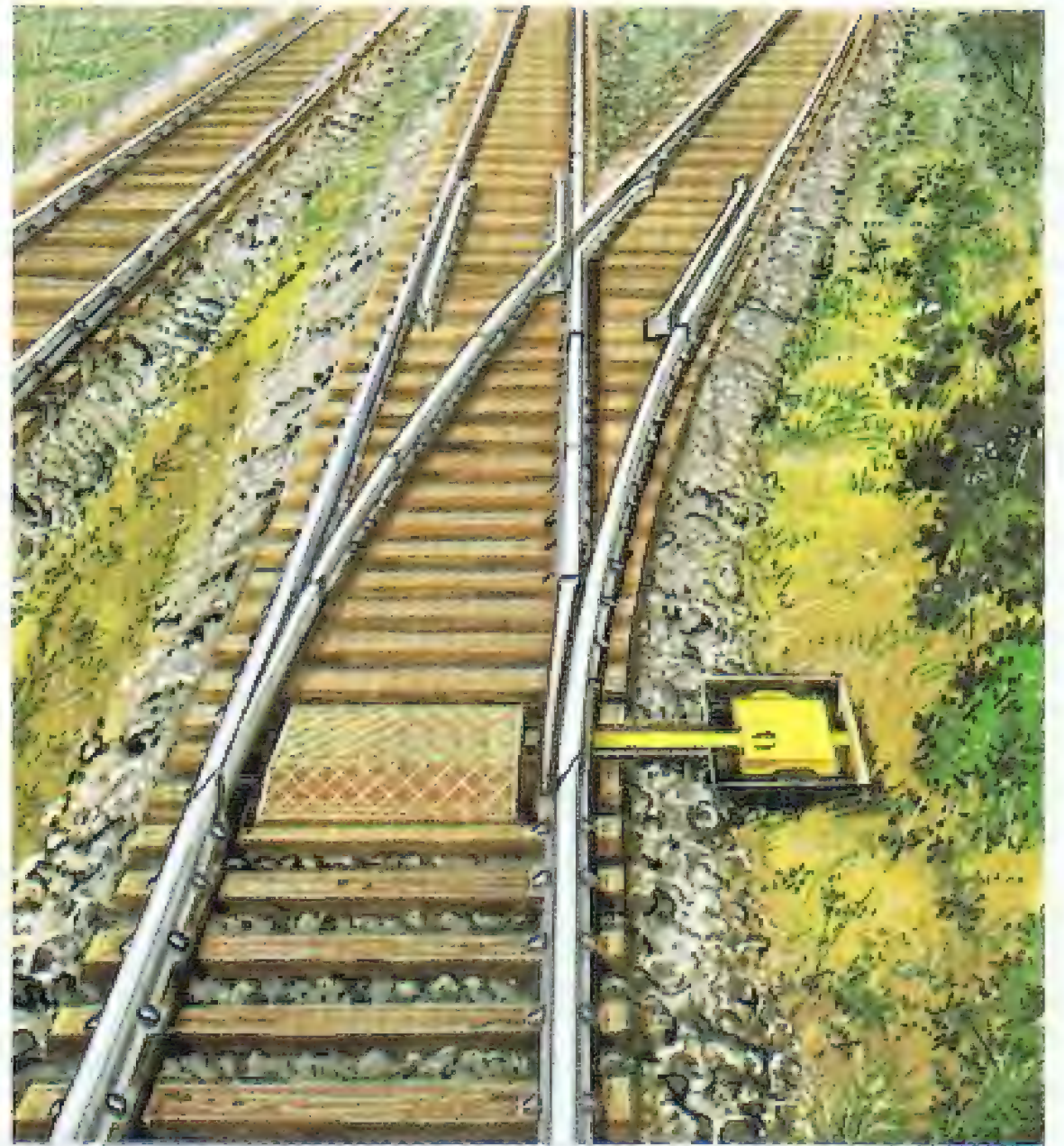
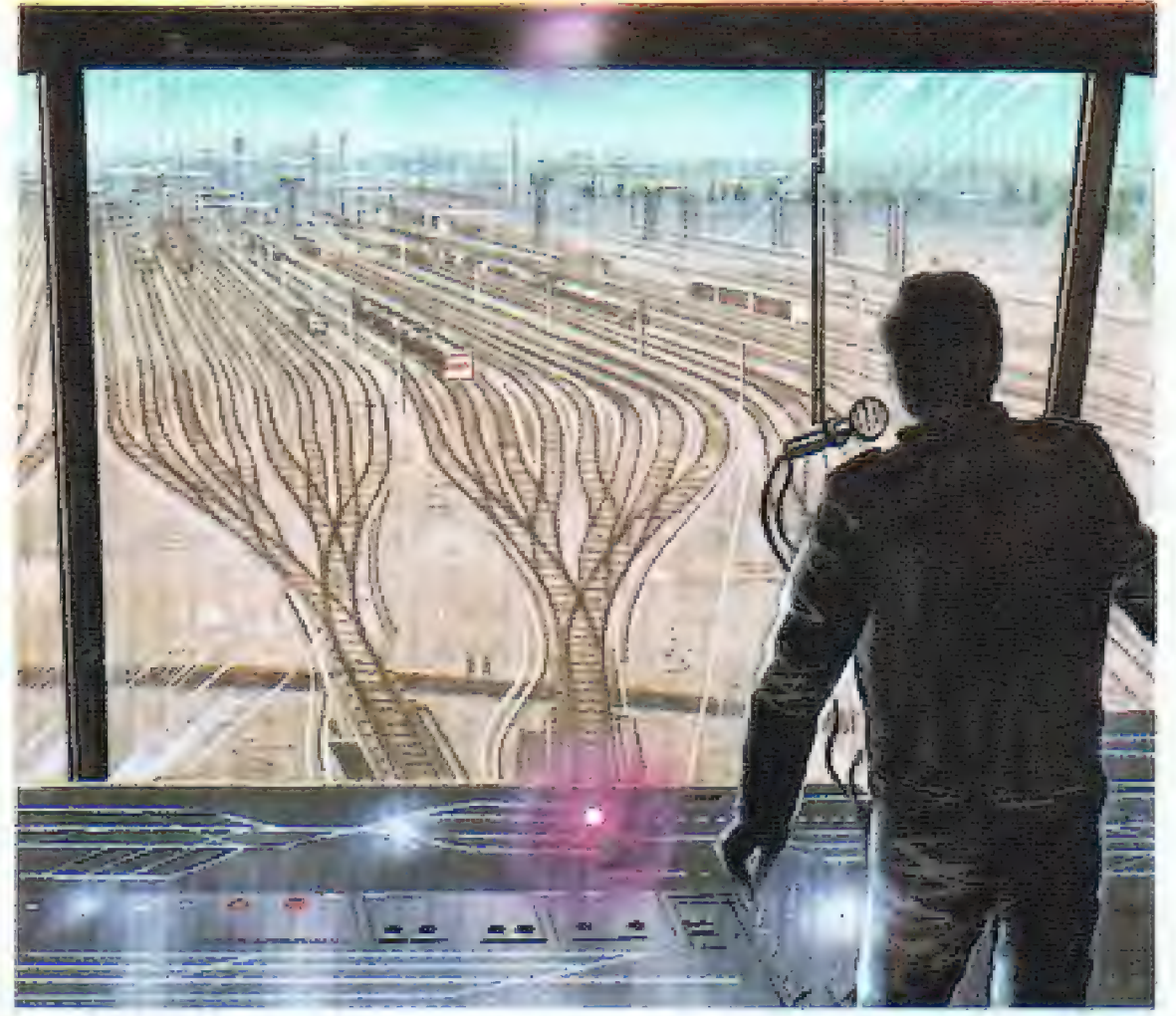


يُثَبَّتُ خَطُّ السَّكَّةِ الْحَدِيدِيَّةِ عَلَى عَوَارِضَ



## كَيْفَ يَنْعَطِفُ الْقِطَارُ؟

لَيْسَ هُنَاكَ مَقْوَدٌ فِي الْقِطَارِ. وَلَكِي يُغَيَّرُ اتِّجَاهُهُ، لَا بُدَّ أَنْ يُغَيَّرَ طَرِيقُهُ، بِفَضْلِ الْمُحَوَّلَاتِ. وَهَذِهِ الْأَخِيرَةُ تُوجِّهُهُ انْطِلَاقًا مِنْ مَرَاكِزِ التَّحْوِيلِ الشَّبِيهِةِ بِأَبْرَاجِ المُرَاقَبَةِ. فَالْعَجَلَاتُ تَتَّبِعُ السَّكَّةَ حَتْمًا، وَلَا تَنْعَطِفُ. أَمَّا نَقَاطُ الْإِتِّصَالِ بَيْنَ الْحَافِلَاتِ، فَهِيَ مَرْنَةٌ. إِنَّهَا تَتَحَرَّكُ وَتُتَبَّحُّ لِلْقِطَارِ أَنْ يَسْلُكَ فِي الْمُنْعَطَفَاتِ، الَّتِي تَكُونُ دَائِمًا وَاسِعَةً. الْقِطَارُ شَبِيهُ بِتِلْكَ الْأَلْعَابِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْ قِطَعٍ خَشَبِيَّةٍ مُتَوَاصِلَةٍ كَالْعَقْدِ عَبْرَ خَيْطٍ...



تُوجِّهُ الْقِطَارَاتُ بِفَضْلِ الْمُحَوَّلَاتِ

## مَا هُوَ أَعْجَبُ قِطَارٍ؟

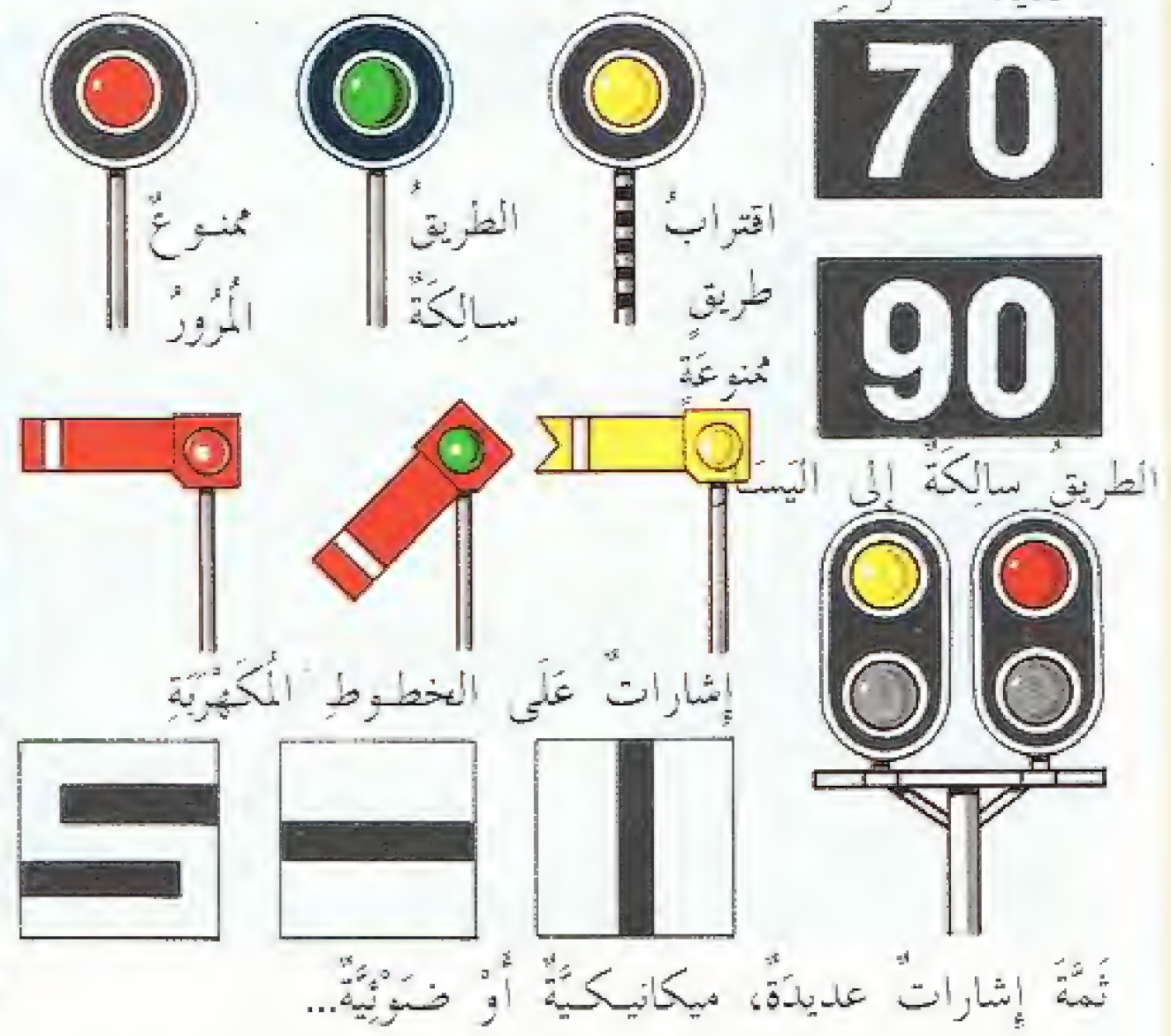
لَقَدْ صُنِعَتِ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ الْأُولَى مُنْذُ أَكْثَرَ مِنْ مِئَةٍ وَخَمْسِينَ سَنَةً. فِي ذَلِكَ الزَّمَانِ لَمْ تَكُنِ الْقِطَارَاتُ أَسْرَعَ مِنْ إِنْسَانٍ يَرْكُضُ عَلَى قَدَمَيْهِ. أَمَّا الْآنَ فَقِطَارُ السَّرْعَةِ الْقُصْوَى يَتَجَاوَزُ الْمِئَتَيْنِ وَالْخَمْسِينَ كِيلُومِتْرًا فِي السَّاعَةِ. وَبَعْضُ خُطُوطِ السَّكِكِ الْحَدِيدِيَّةِ طَوِيلَةٌ بِشَكْلِ

هَائِلٍ: فَقِطَارُ «عَبْرَ سِيِيرِيَا»، الَّذِي يَنْطَلِقُ مِنْ مُوسْكُو، يَجْتَازُ نَحْوَ عَشْرَةِ آلَافِ كِيلُومِتْرٍ فِي أَكْثَرَ مِنْ ثَمَانِيَةِ أَيَّامٍ. وَثَمَّةَ قِطَارَاتٍ أُخْرَى تَتَمَيَّزُ بِالتَّرَفِ. فَفِي قِطَارِ الشَّرْقِ السَّرِيعِ، بَيْنَ بَارِيسَ وَاسْطَنْبُولَ، كَانَ الرُّكَّابُ يَتَنَاوَلُونَ أَشْهَى الْأَطْعِمَةِ وَالْأَشْرَبَةِ فِي أَوَانٍ مِنْ فِضَّةٍ.





تنبيه سائق القاطرة



حين يمر القطار، يصير الضوء أحمر. وحين يصل إلى الجزء الثاني، ينتقل الضوء من الأحمر إلى البرتقالي؛ وحين يبلغ الجزء الثالث، يصير الضوء أخضر. هكذا إذا عرف السائق على الدوام، أي مسافة تفصله عن القطار الذي يتقدمه. فإذا، يستطيع أن يزيد سرعته أو يخفضها.

## هل يجب على القطار دائماً أن يتبع الإشارات؟

يتبع القطار طريقة وحده، وسائقه لا يهتم بالخط الذي يجب أن يسلكه. إنما يضبط السرعة على الأخص، مراقباً الإشارات. وهذه الأخيرة منتشرة على طول الخط، الذي تقسمه إلى أجزاء يبلغ طولها نحو كيلومترين.

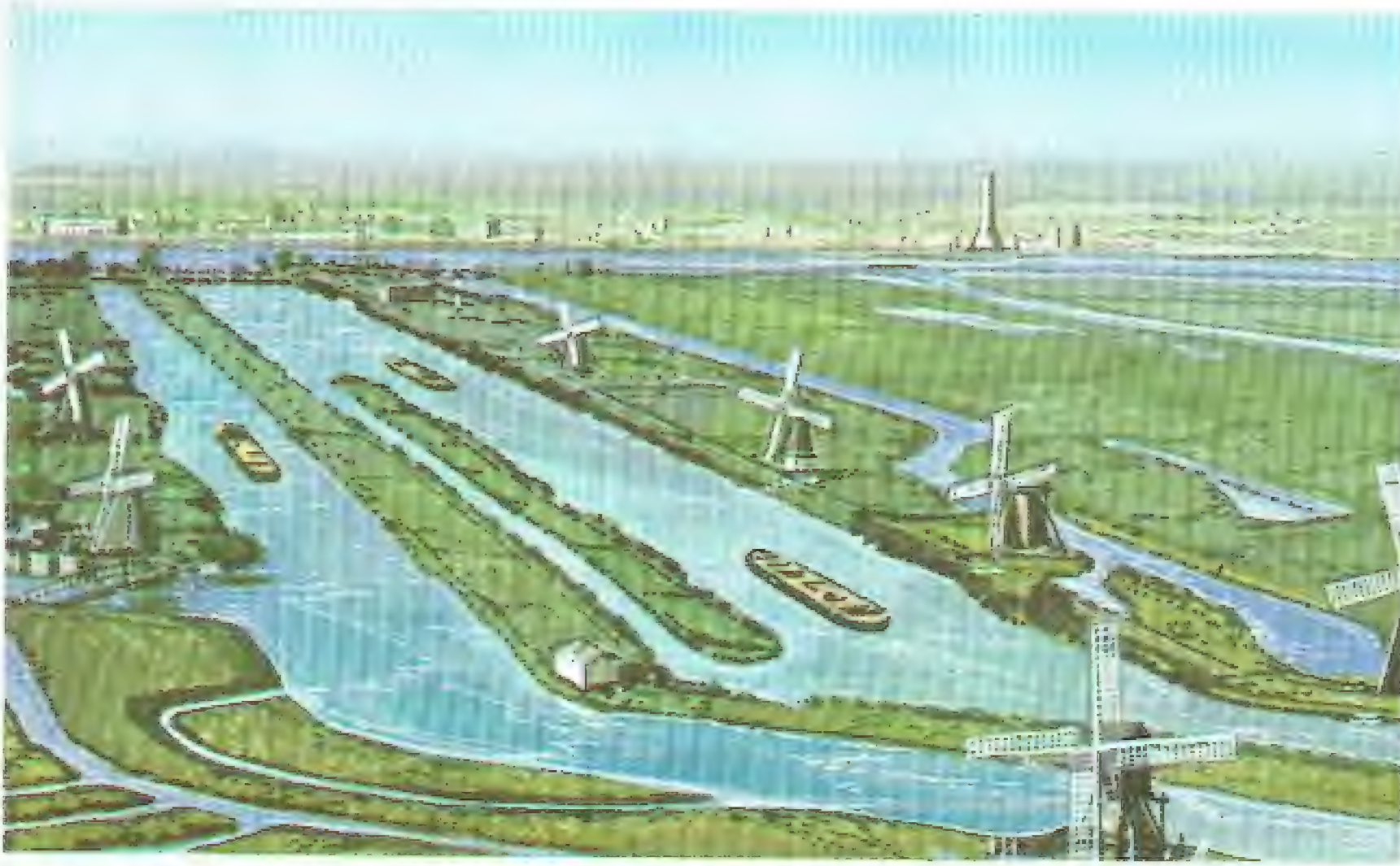


القطارات الأولى



قطار السرعة القصوى العصري جداً





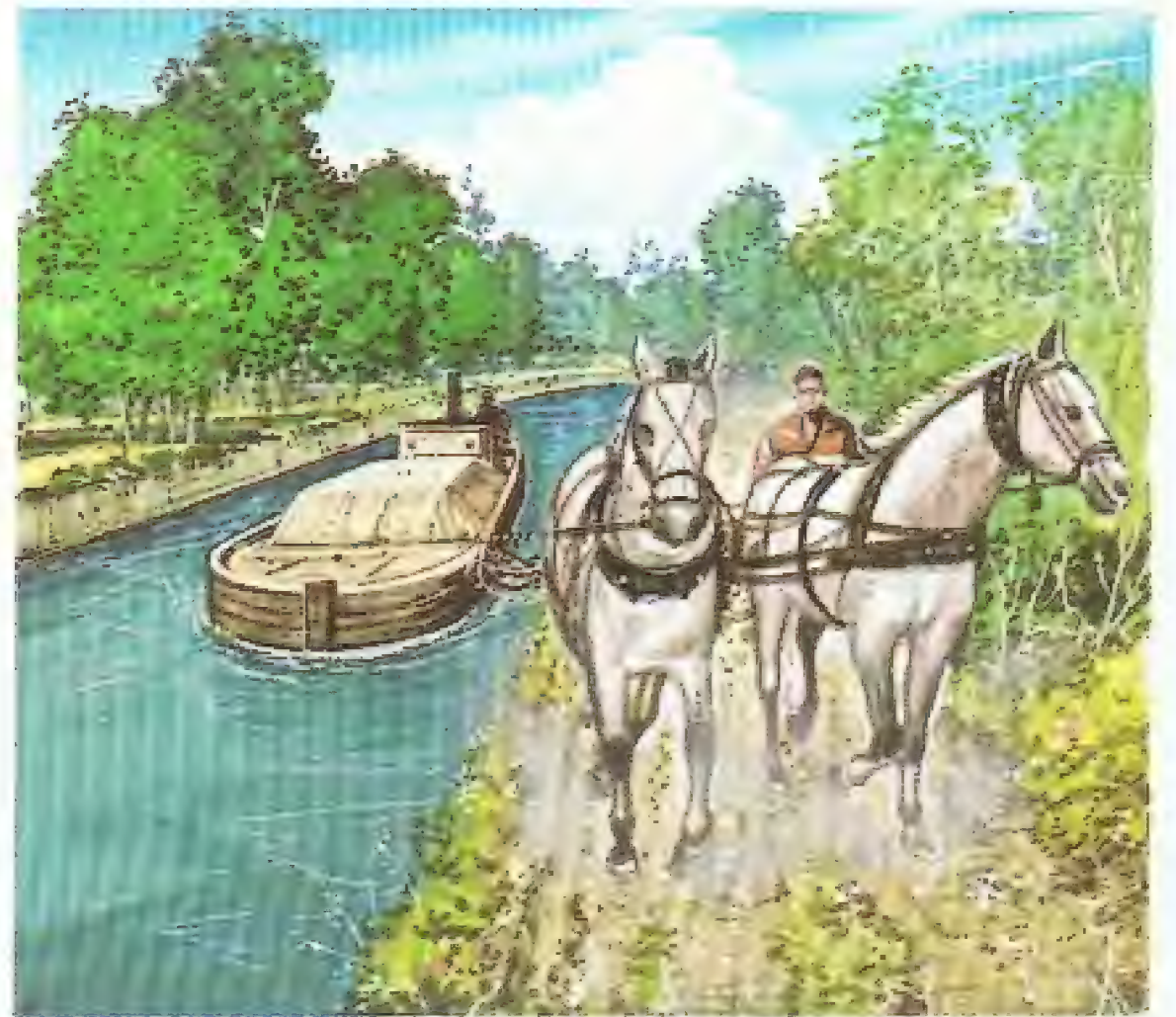
قنوات البلد الهولندي المسطح



قناة كورنتس

## مَا نَفْعُ الْمَرَاجِبِ النَّهْرِيَّةِ الْمُسَطَّحَةِ؟

يُمْكِنُ أَنْ تَنْقُلَ عَلَى الْمَاءِ بِسُهُولَةٍ، مِنْ  
دُونِ أَنْ نَبْذُلَ جَهْدًا كَبِيرًا، إِذَا لَمْ نَحَاوِلِ  
الْإِسْرَاعَ. حِينَ تَذْهَبُ إِلَى حَوْضِ السِّبَاحَةِ،  
تَمَدَّدْ عَلَى ظَهْرِكَ فِي الْمَاءِ وَحَرِّكْ رِجْلَيْكَ  
قَلِيلًا: سَرْعَانِ مَا تَتَقَدَّمُ. هَذَا مَا تَفْعَلُهُ الْمَرَاجِبُ  
النَّهْرِيَّةُ الْمُسَطَّحَةُ تَقْرِيبًا. فِيمَا مَضَى كَانَ النَّاسُ  
يَجْرُونَهَا بِأَيْدِيهِمْ أَوْ بِالْأَحْصِنَةِ. يَسِيرُونَ عَلَى  
الضَّفَةِ وَيَجْرُونَ الْمَرْكَبَ بِالْحَبَالِ. أَمَّا الْيَوْمَ،  
فَالْمَرَاجِبُ النَّهْرِيَّةُ الْمُسَطَّحَةُ مَزُودَةٌ بِالْمُحَرِّكَاتِ.  
وَعَالِبًا مَا تَكْفِي وَاحِدَةٌ مِنْهَا لِجَرِّ قِطَارٍ مِنَ  
الْمَرَاجِبِ الْأُخْرَى، الَّتِي تَنْقُلُ آلَافَ الْأَطْنَانِ  
مِنَ الْبَضَائِعِ.



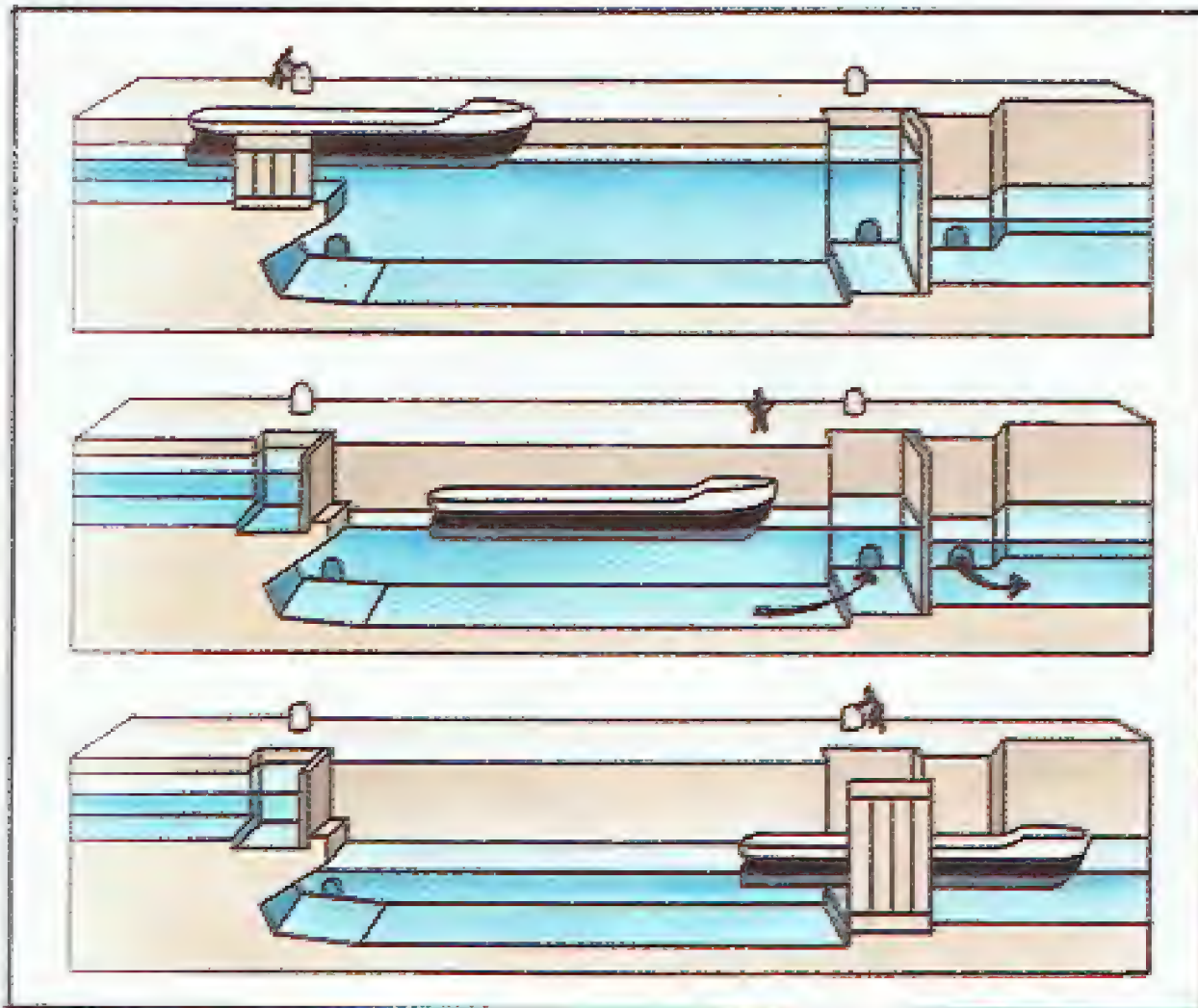
المراكب النهرية المسطحة تجتاز القنوات



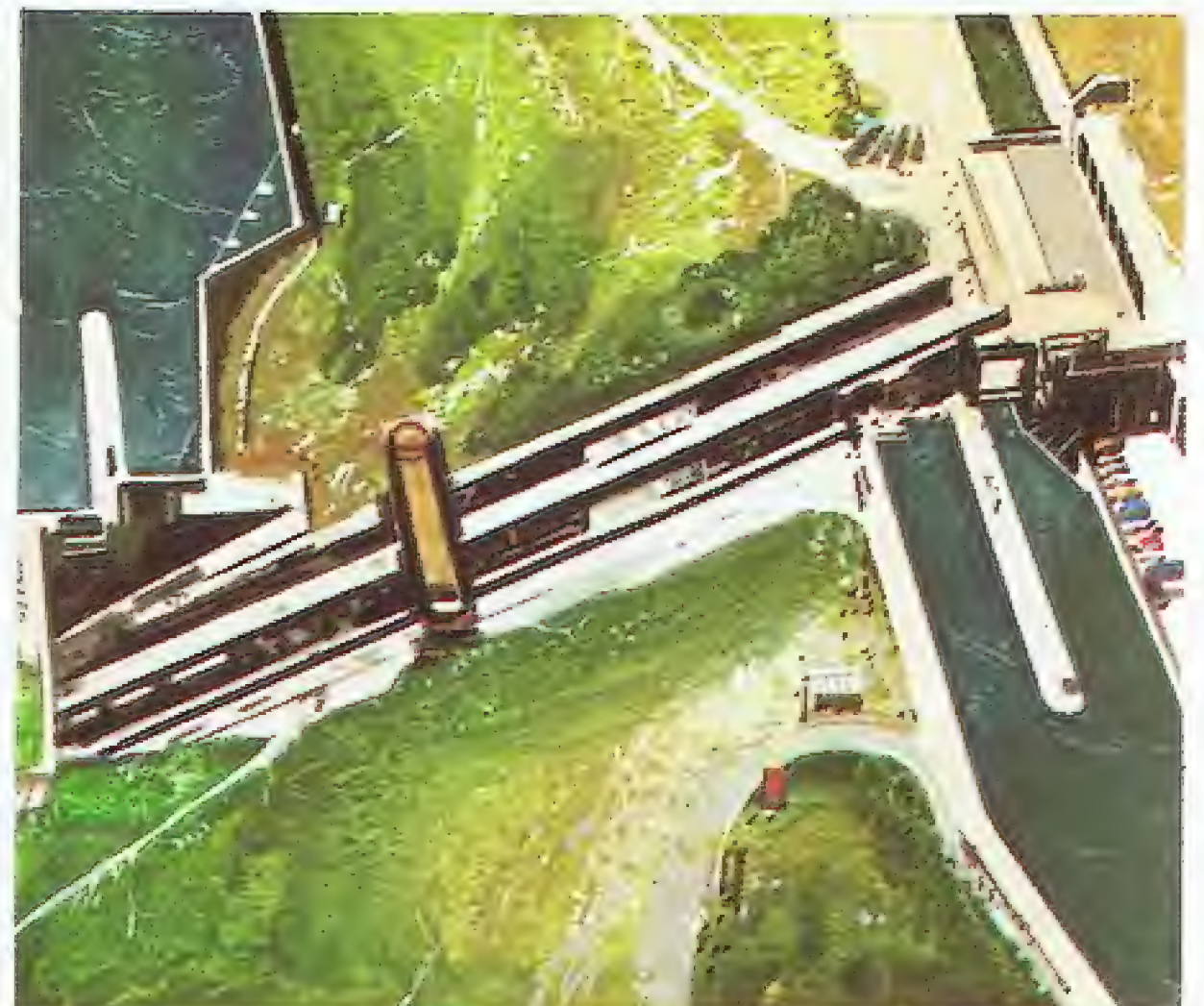
## إِلَى أَيْنَ تَذْهَبُ الْقَنَوَاتُ؟

تَكُونُ مَرَاثِمُهَا مُهِمَّةً جَدًّا أَحْيَانًا. هُنَاكَ أَيْضًا  
قَنَوَاتٌ تَعْبُرُ قَارَاتٍ كَامِلَةً. وَآخَرَى، كَمَا فِي  
السُّوَيْسِ أَوْ بَانَامَا، تُبَحِّثُ لِلسُّفُنِ الْكُبْرَى أَنْ  
تَنْتَقِلَ مِنْ بَحْرٍ إِلَى آخَرَ.

الْمَرَائِبُ تُبْحِرُ فِي الْبَحْرِ طَبْعًا، وَلَكِنْ  
كَذَلِكَ فِي الْأَنْهَارِ وَالْقَنَوَاتِ، الَّتِي هِيَ مَجَارٍ  
مَائِيَّةٌ شَقَّهَا الْبَشَرُ حَيْثُ لَمْ يَكُنْ هُنَاكَ مَاءٌ.  
الْقَنَوَاتُ عَمِيقَةٌ بِمَا فِيهِ الْكَفَايَةُ لِكَيْ تَتَجَوَّلَ  
فِيهَا الْمَرَائِبُ النَّهْرِيَّةُ الْمُسَطَّحَةُ بِسُهُولَةٍ. إِنَّهَا  
تَصِلُ مَا بَيْنَ الْمَدْنِ الْكُبْرَى دَاخِلَ الْبَلَدِ، وَالَّتِي



الْمَرْكَبُ يَعْبُرُ تَرْعَةً



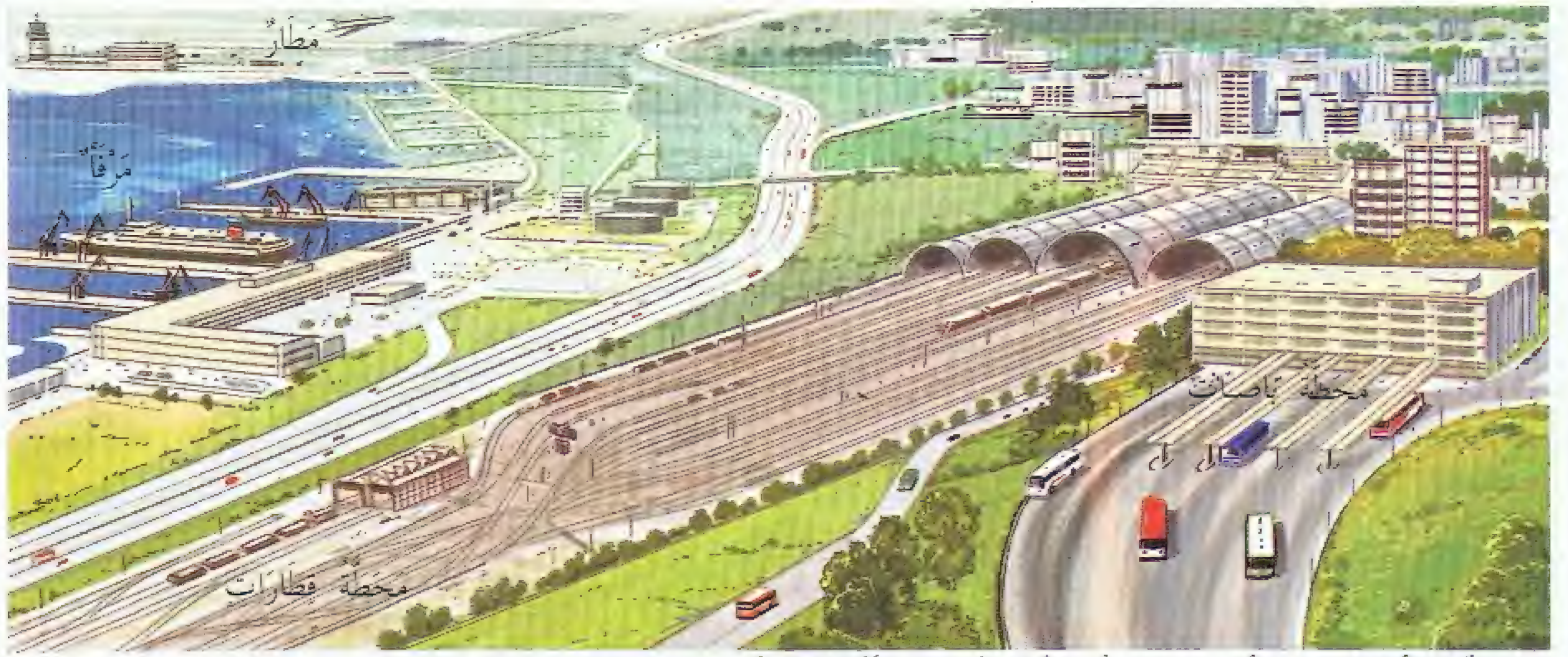
مَصْعَدٌ لِلسُّفُنِ

## لِمَاذَا تَمُرُّ الْمَرَائِبُ النَّهْرِيَّةُ فِي تَرَعٍ؟

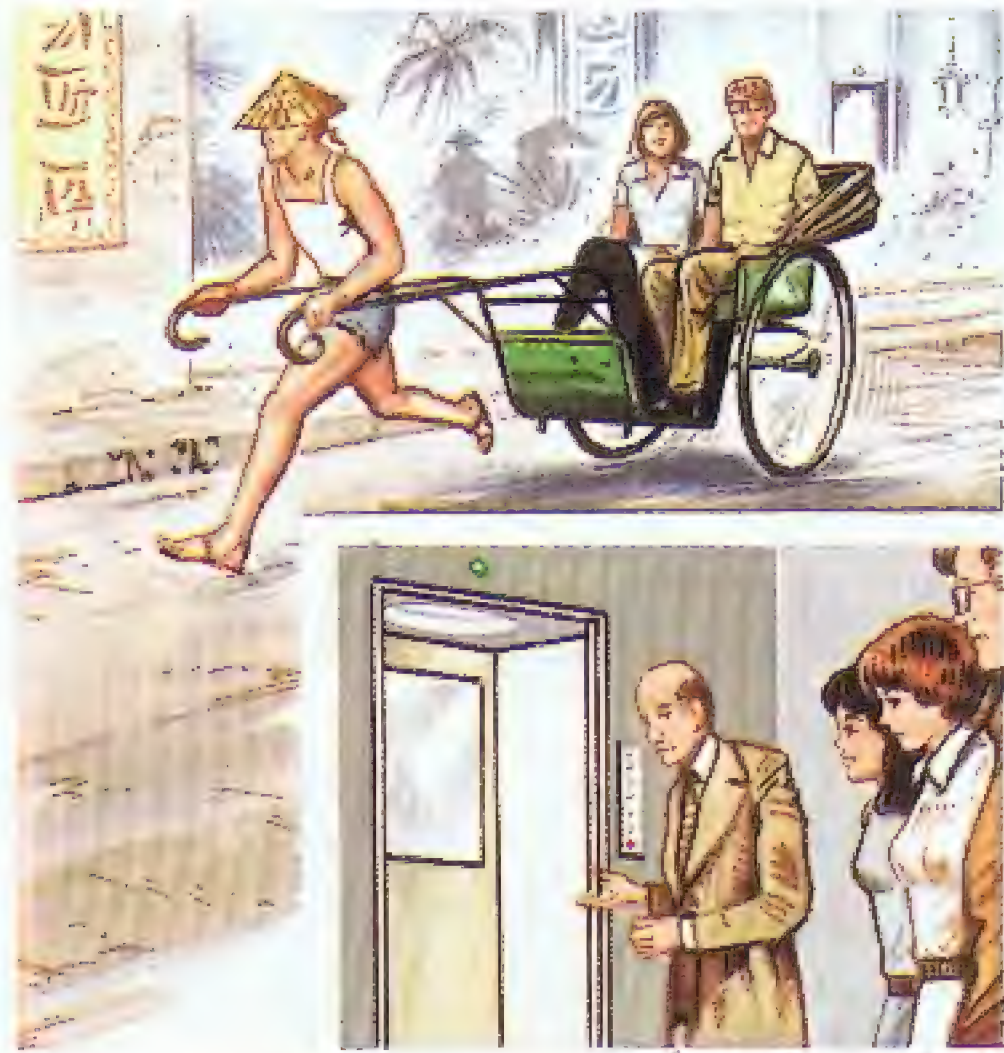
إِلَى التَّرْعَةِ عَبْرَ بَابٍ. يُغْلَقُ وَرَاءَهُ، وَبِفَضْلِ  
السُّكُورِ، يُمَلَأُ حَوْضُ التَّرْعَةِ أَوْ يُفْرَغُ. يَصْعَدُ  
الْمَرْكَبُ أَوْ يَهْبِطُ. حِينَ يَصِيرُ عَلَى مُسْتَوَى  
الْقِطَاعِ التَّالِي، يُفْتَحُ الْبَابُ الْآخَرُ، لِيَتِمَّكَنَ  
الْمَرْكَبُ مِنَ الْخُرُوجِ. وَهُنَاكَ أَيْضًا مَصَاعِدُ  
لِلسُّفُنِ

الرَّيْفُ لَيْسَ مُسَطَّحًا تَمَامًا؛ لِذَلِكَ يَتَفَاوَتُ  
مُسْتَوَى الْقَنَوَاتِ صُعُودًا وَهَبُوطًا. فَتُقَسَّمُ إِلَى  
أَجْزَاءٍ تُسَمَّى قِطَاعَاتٍ. وَهَذِهِ الْأَخِيرَةُ  
كَالدَّرَجِ، لَا يَتَسَاوَى ارْتِفَاعُهَا. لَا بُدَّ إِذَا مِنْ  
إِقَامَةِ التَّرَعِ فِيمَا بَيْنَهَا. يَدْخُلُ الْمَرْكَبُ النَّهْرِيُّ





طائرات، سفن، قطارات، باصات: لكل منها «محطة» خاصة بها



طرق كثيرة للتنقل



في كل البلدان...



توجد...

## أيمكن أن نزيد في سرعتنا؟

ما زال الناس، حتى اليوم، يخترعون أجهزة متزايدة السرعة. في منطقة البحيرة المالحة، في الولايات المتحدة الأميركية، سيارات نفثة تجري بسرعة ألف كيلومتر في الساعة تقريباً. ويفكر المهندسون في تسير قطار تحت الأرض، في نفق مفرغ من الهواء، بحيث لا

يعيق تقدمه أي شيء. وهكذا يمكن أن يجري بسرعة ألف كيلومتر في الساعة تقريباً، أي ما يوازي سرعة طائرة الكونكورد. فإذا، يمكننا أن نزيد في سرعتنا أكثر فأكثر. لكن مسألة الأمن والسلامة تطرح أيضاً بشكل أكثر إلحاحاً. وما زلنا بحاجة إلى العمل بالمثل السائر: «لا تسرع، فالموت أسرع!».



## أَلَا تُوجَدُ مَحَطَّاتٌ إِلَّا لِلْقِطَارَاتِ؟

لَا شَكَّ أَنَّكَ رَكِبْتَ الْقِطَارَ، وَتَعَرَّفْتَ كَيْفَ تَكُونُ الْمَحَطَّةُ. لَكِنَّ هُنَاكَ مَحَطَّاتٍ بَحْرِيَّةً لِلْمَرَاكِبِ، وَبَرِّيَّةً لِلشَّاحِنَاتِ وَالْباصَاتِ. كُلُّ هَذِهِ الْمَحَطَّاتِ، الَّتِي يَمُرُّ فِيهَا الْمَسَافِرُونَ وَالْبُضَائِعُ، تَكُونُ أحيانًا مَجْمَعَةً فِي الْمَوْضِعِ ذَاتِهِ. فِي الْمَرَاغِيءِ مَثَلًا، تُنْقَلُ حُمُولَةُ الْبَوَاحِرِ

إِلَى الْقِطَارَاتِ وَالشَّاحِنَاتِ. حَتَّى إِنَّ بَعْضَ الْبَوَاحِرِ تُحْمَلُ أحيانًا قِطَارَاتٍ كَامِلَةً. وَفِي الْمَحَطَّاتِ يُحَضَّرُ كُلُّ شَيْءٍ لَاسْتِيعَابِ وَسَائِلِ النُّقْلِ الْآخَرَى: كَالسِّيَّارَاتِ الْخَاصَّةِ، وَسَيَّارَاتِ الْأَجْرَةِ، وَالْدَّرَاجَاتِ النَّارِيَّةِ، وَالْبَاصَاتِ، أَوْ قِطَارَاتِ الْمَتَرُو...

## هَلْ تُوجَدُ وَسَائِلُ نَقْلِ غَرِيبَةٌ جَدًّا؟

تَعَرَّفُ الدَّرَاجَةُ، وَالسِّيَّارَةُ، وَالسَّفِينَةُ، وَالْقِطَارَ، وَالطَّائِرَةَ... هُنَاكَ أَيْضًا وَسَائِلُ نَقْلِ أُخْرَى كَثِيرَةٌ. فِي الشَّمَالِ الْقُطْبِيِّ، يَتَنَقَّلُ النَّاسُ فِي زَلَّاجَاتٍ تَجْرُهَا الْكِلَابُ عَلَى الْجَلِيدِ. وَمَا زَالَ يُمَكِّنُ فِي الصِّينِ أَنْ نَرْكَبَ عَرَبَةً ذَاتَ عَجَلَتَيْنِ يَجْرُهَا رَجُلٌ. وَهُنَاكَ دَرَّاجَاتٌ تَرَادُفِيَّةٌ يَرْكَبُهَا اثْنَانِ. وَأَشْكَالُ الشَّاحِنَاتِ كَثِيرَةٌ:

فَهُنَاكَ شَاحِنَاتُ الْإِطْفَائِيِّينَ ذَاتُ السَّلَالِمِ الطَّوِيلَةِ، وَسَيَّارَاتُ الْإِسْعَافِ، وَالصَّهَّارِيجُ الْمَخْصُصَةُ لِنَقْلِ اللَّبَنِ أَوْ الْوُقُودِ. وَفَكَرُّ فِي الْمَرَاكِبِ الْهَوَائِيَّةِ الَّتِي تَتَقَدَّمُ عَلَى وَسَادَةٍ مِنَ الْهَوَاءِ، وَفِي الْبَاصَاتِ، وَالْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ، وَالْبَاصَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ، وَالْمِتْرُو وَالْأَرْصِفَةُ الْمُتَحَرِّكَةُ أَوْ السَّلَالِمِ الْآلِيَّةِ! وَاخْتَرِ بِنَفْسِكَ أَغْرَبَ هَذِهِ الْوَسَائِلِ!

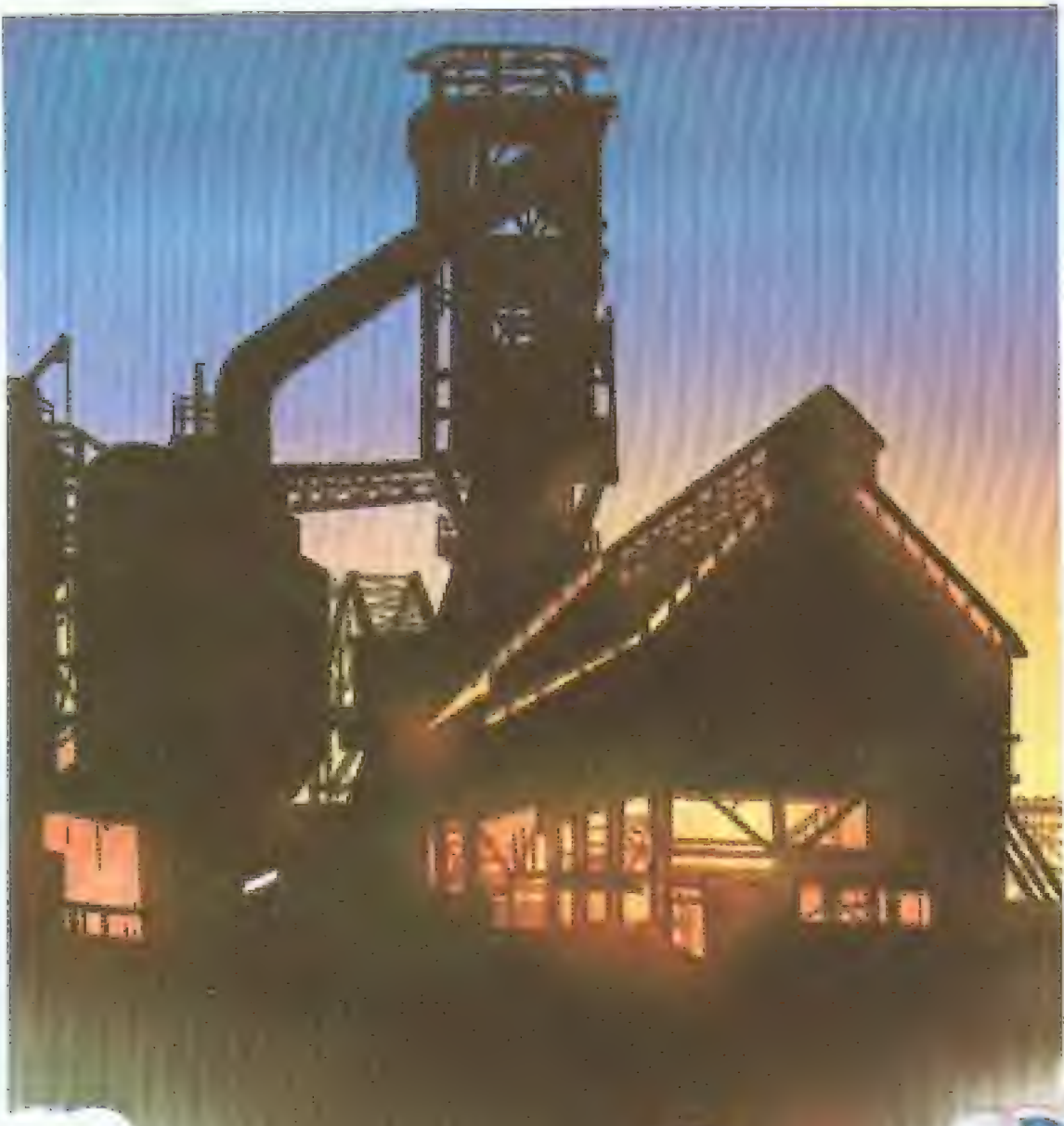


هَذِهِ السِّيَّارَةُ تَصِلُ إِلَى سُرْعَةِ أَلْفِ كِيلُومِتَرٍ فِي السَّاعَةِ

قِطَارٌ مُسْتَقْبَلِيٌّ



## الثروات الجوفية



يعيشُ على الأرض حاليًا خمسة مليارات رجلٍ وامرأةٍ وولَدٍ، ويتزايدُ عدَدُنا باستمرارٍ. نأكلُ أَطْنَانًا وأطْنَانًا مِنَ اللّحومِ والخضَرِ والزُّرُوعِ لِكَي نَتَغَذَّى. كما يَجِبُ أَنْ نَلْبَسَ، أَنْ نَبْنِيَ بُيُوتَنَا، أَنْ نُنْتِجَ كُلَّ الأشياءِ التي نَسْتَخْدِمُهَا يَوْمِيًّا. فإذا يَجِبُ، في عَصْرِنَا، أَنْ نَصْنَعَ كَمِيَّاتٍ ضَخْمَةً مِنَ المُنْتَجَاتِ، في مَصَانِعَ كُبْرَى أَوْ مَشَاغِلَ مُخْتَصَّةٍ، في أَسْرَعِ وقتٍ مُمَكِنٍ وبأَقَلِّ كلفةٍ مُمَكِنَةٍ.

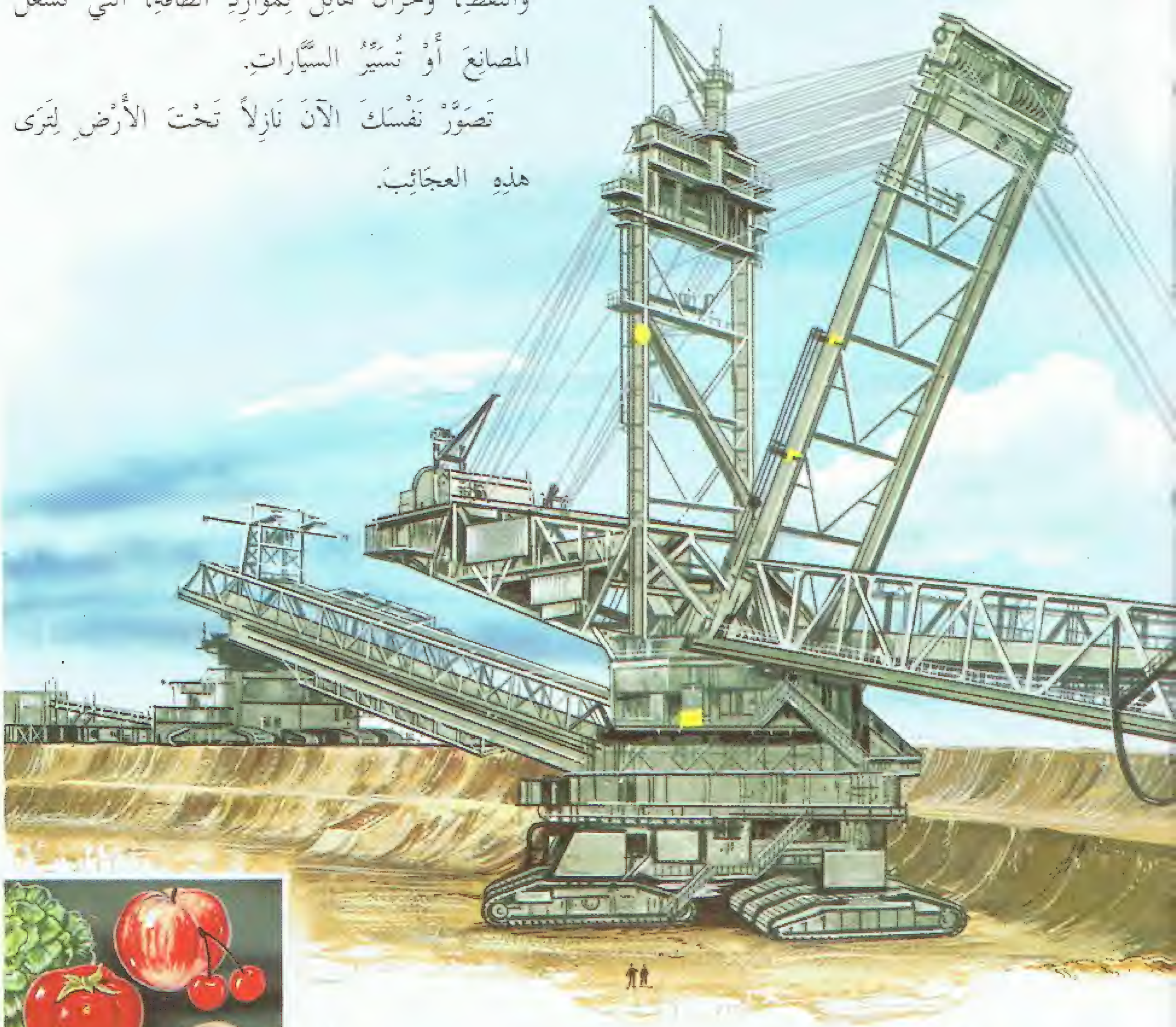


نَجِدُ في الطَّبِيعَةِ ثُرُواتٍ هائلةً. فالحيواناتُ التي نُرَبِّيها قُطْعَانًا، والنباتاتُ التي تَنْمُو في الحُقُولِ، تُوفِّرُ لَنَا جُزْءًا كَبِيرًا مِنْ غِذَائِنَا. نَشْرَبُ ماءَ الأَنْهَارِ. كما أَنَّ قُوَّةَ التِّيَّاراتِ المَائِيَّةِ تُدِيرُ الطَّوَّاحِينَ وتُنتِجُ الكَهْرَبَاءَ. نَسْتَدْفِئُ بِخَشَبِ الغَابَاتِ، لَكِنَّا نَبْنِي بِهِ كَذَلِكَ بُيُوتَنَا، أَوْ نَصْنَعُ عَجِينَ الورقِ لِطِبَاعَةِ الكُتُبِ أَوْ الجَرَائِدِ.





تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ، تَوْجَدُ كُنُوزٌ أُخْرَى كَثِيرَةٌ.  
فَبَاطِنُ الْأَرْضِ مَنَجَمٌ لِلْمَوَادِّ الْأَوَّلِيَّةِ، كَالْفَحْمِ  
وَالنَّفْطِ، وَخَزَانٌ هَائِلٌ لِمَوَارِدِ الطَّاقَةِ، الَّتِي تُشْغَلُ  
الْمَصَانِعُ أَوْ تُسَيَّرُ السَّيَّارَاتُ.  
تَصَوِّرْ نَفْسَكَ الْآنَ نَازِلًا تَحْتَ الْأَرْضِ لِتَرَى  
هَذِهِ الْعَجَائِبَ.





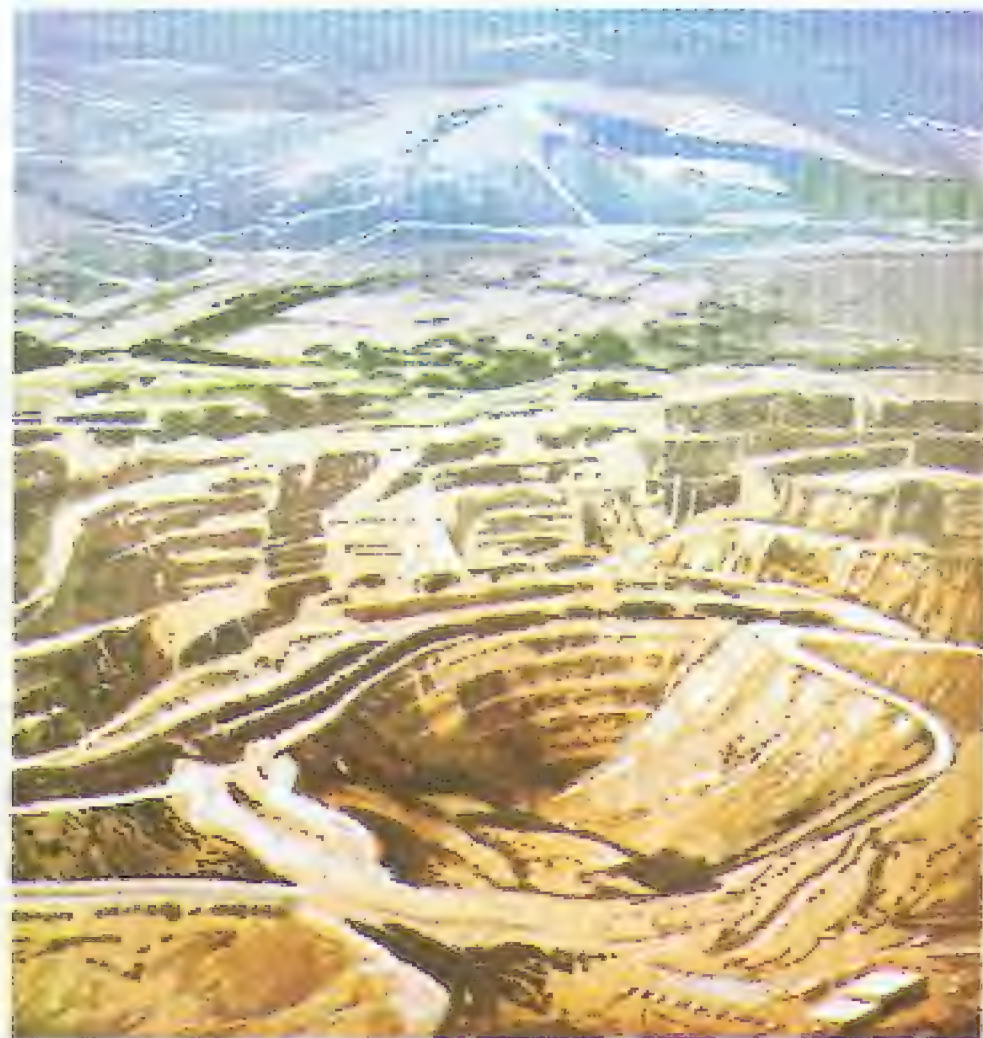


المواد الأولية، المستخرجة من العالم كله، تُستعمل لصنع... أشياء متعددة

## أَكُلُ الْمَنَاجِمِ تَشَابَهُ؟

عدّة أمتار: هذا ما يُسمّى بالمنجم المكشوف، أي المنجم المقام في الهواء الطلق. ولكن متى كانت المادة الأولى دفيئة، فيجب أن تُحفر مناجم عميقة للوصول إليها. شيئاً فشيئاً، تمتد تحت الأرض شبكة من الدّهاليز والممرات التي تتلاقى وتتقاطع.

أحياناً، تكون المادة الأولى التي نريد استغلالها متوافرة على سطح الأرض مباشرة. فتقوم المجارف الآلية الضخمة بحفر الأرض، على مساحة متزايدة الاتساع، غالباً ما تصل إلى مقدار قرية. وتكون ببطء حفرة قمعية الشكل، كبيرة جداً، ذات أذراج يبلغ عرضها



منجم في الهواء الطلق



عمل المنجم لا يتوقف أبداً



برج لحفر الآبار



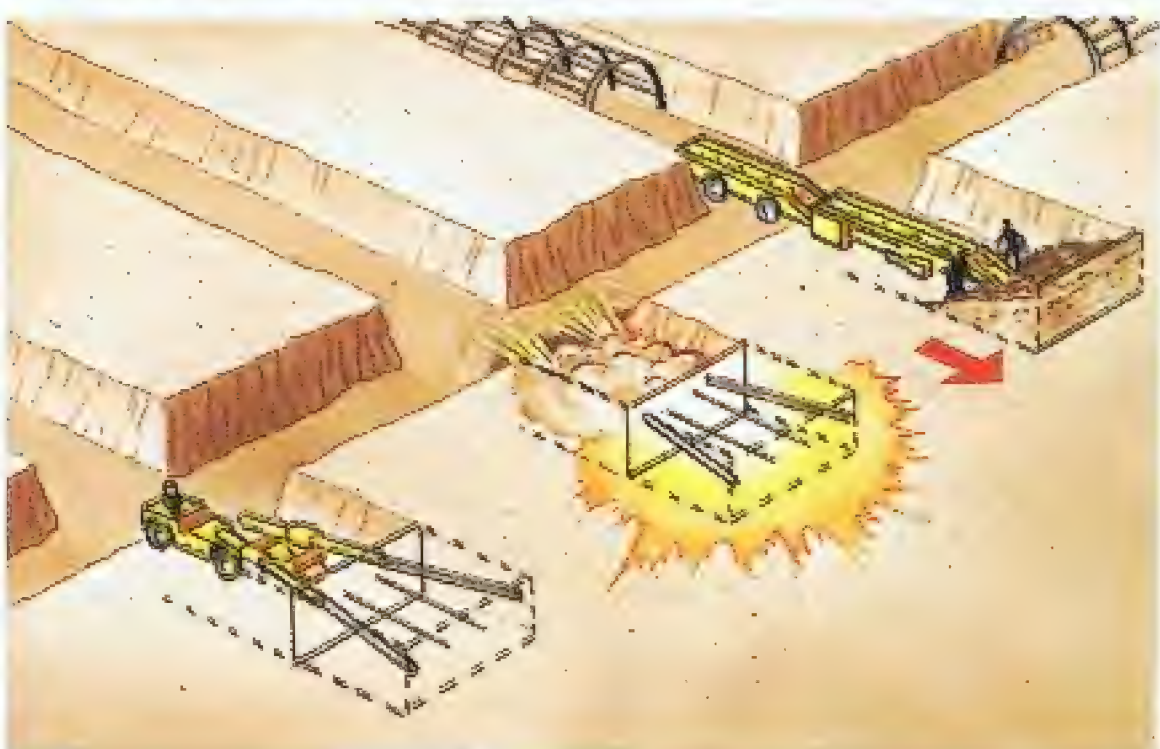
## لِمَاذَا يُحْكِي عَنْ «مَوَادِّ أَوَّلِيَّةٍ»؟

الآخِرُ مِنَ النَّبَاتَاتِ (كَالْخَشَبِ أَوْ الْقُطْنِ).  
وَبَعْضُهَا الْآخِرُ أَيْضًا يُسْتَخْرَجُ مِنْ صُخُورِ  
القشرة الأرضية (كالحجارة، أو الحديد أو  
النفط).

لا تنبت المسامير أو الكتب أو الثياب كما  
تنبت البقول! بل يجب أن تُصنع عبر خلط  
بعض المنتجات الطبيعية وتشكيلها. هذه  
المنتجات هي المواد الأولية، التي توجد في  
الطبيعة، قبل أن يتم تحويلها. بعضها يأتي  
من الحيوانات (كالصوف أو الجلد)، وبعضها

## مَاذَا نَجِدُ إِذَا حَفَرْنَا الْأَرْضَ؟

هناك صخور كثيرة جدًا تحت أقدامنا.  
لكنها ليست جميعًا صلبة كالحجر. فهناك  
صخور مرنة كالصلصال الذي تُصنع منه  
الأواني الخزفية؛ وأخرى ذرورية كالرمل؛  
وأخرى زيتية وشبه مائعة كالنفط. كل هذه  
الصخور تتحرك وتتحوّل ببطء شديد، طوال  
ملايين السنين. وتُشكّل احتياطيًا ضخماً من  
المواد الأولية التي يستطيع الناس أن يستغلوها.  
وهكذا فإنهم يستخرجون الصخور الجوفية،  
ويضخون النفط، ويستفيدون من حرارة  
البراكين.

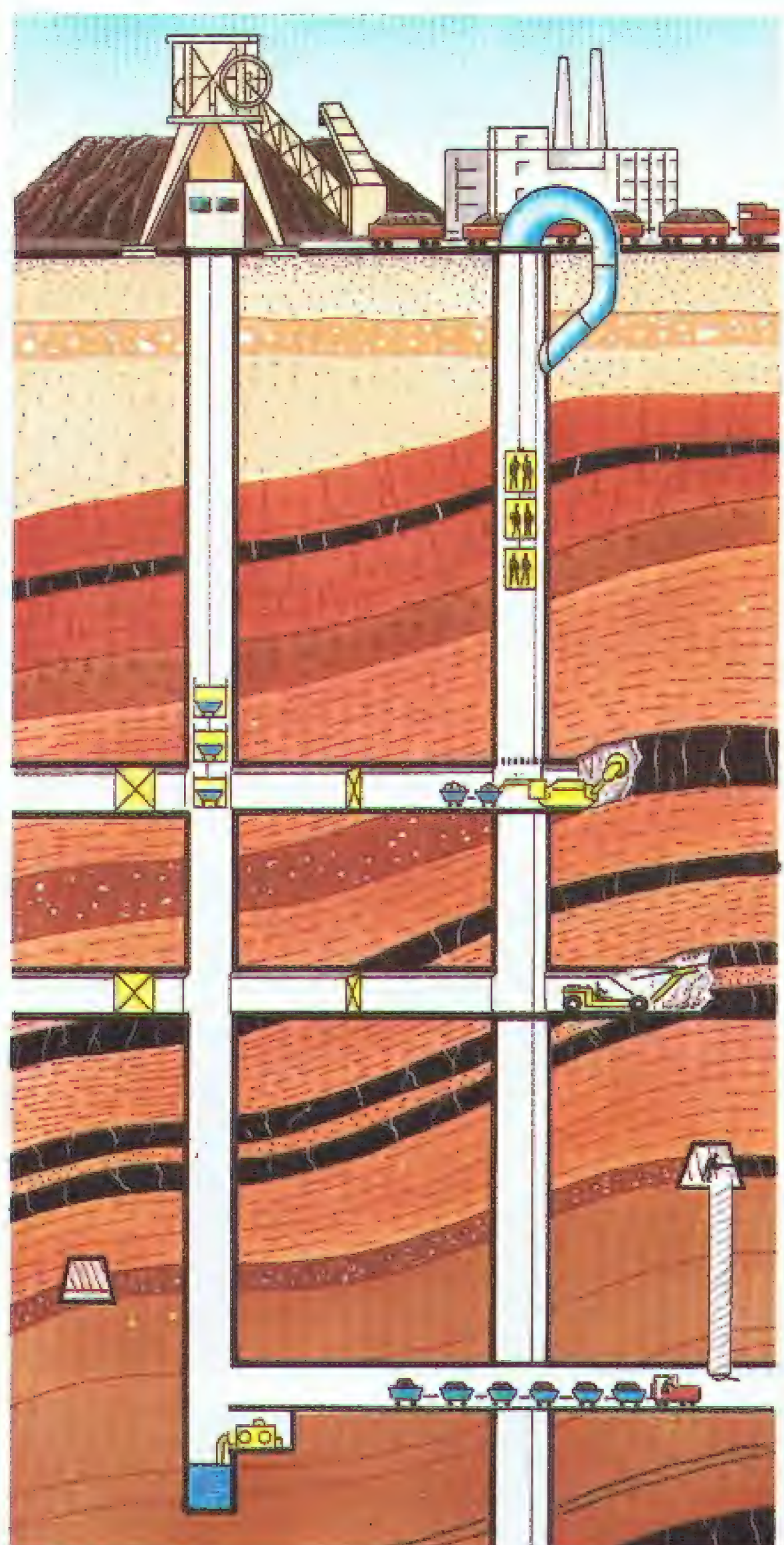


شبكة من الدهاليز تمتد تحت الأرض.



## كَيْفَ نَزَلُ إِلَى قَاعِ الْمَنَاجِمِ؟

إِذَا كَانَ الْمَنَاجِمُ عَلَى بُعْدِ مِائَاتِ الْأَمْتَارِ  
تَحْتَ الْأَرْضِ، فَيَجِبُ أَنْ تُحْفَرَ آبَارٌ لِلْوُصُولِ  
إِلَيْهِ. وَهَذِهِ الْآبَارُ شَبِيهَةٌ تَقْرِيبًا بِتِلْكَ الَّتِي  
تَرَاهَا حَتَّى الْآنَ فِي الرَّيفِ، أَوِ الْوَاحَاتِ، مَعَ  
الدَّلْوِ الْمَعْلَقِ فَوْقَهَا بِحَبْلِ طَوِيلٍ. لَكِنَّ آبَارَ  
الْمَنَاجِمِ أَوْسَعُ وَأَعَمَقُ بِكَثِيرٍ. فَفِي افْرِيقِيَا  
الْجَنُوبِيَّةِ مَثَلًا، يَصِلُ عُمَالُ الْمَنَاجِمِ إِلَى عُمُقِ  
ثَلَاثَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ تَحْتَ الْأَرْضِ، لِيُحْضِرُوا  
الذَّهَبَ. وَهُنَاكَ مَصَاعِدُ تَقُودُ الْعُمَالَ إِلَى  
الْقَاعِ وَتَرْفَعُ الصُّخُورَ الْمُسْتَخْرَجَةَ مِنَ الدَّهَالِيزِ.  
كَمَا أَنَّ هَذِهِ الْآبَارَ تُتِيحُ دُخُولَ الْهَوَاءِ إِلَى  
الْمَنَاجِمِ.



بُحْرَانِ عَمِيقَتَانِ جَدًّا فِي مَنَاجِمِ

## هَلِ الْعَمَلُ تَحْتَ الْأَرْضِ صَعْبٌ؟

الْمَنَاجِمُ قَاسٍ، حَتَّى فِي أَيَّامِنَا هَذِهِ. فَالْغُورُ  
ضَعِيفٌ، وَالْأَنْفِجَارَاتُ مُمَكِّنَةٌ فِي كُلِّ لَحْظَةٍ.  
وَبِقَدْرِ مَا يَزْدَادُ الْحَفْرُ عُمُقًا، يَزْدَادُ الْجَوْ حَرًّا،  
وَعَالِبًا مَا يَصْعَبُ عَلَى عُمَالِ الْمَنَاجِمِ أَنْ  
يَتَنَفَّسُوا وَسَطَ الْغُبَارِ، وَبَعِيدًا عَنِ الْهَوَاءِ الطَّلَقِ.

تُحْفَرُ دِهَالِيزُ الْمَنَاجِمِ كَالْأَنْفَاقِ، بِالْمَطْرَقَةِ  
النَّقَّارَةِ أَوْ بِالنَّبَّاتَةِ، وَهِيَ أَشْبَهُ بِمِنْشَارٍ كَبِيرٍ،  
ذِي أَسْنَانٍ كَثِيرَةٍ. يُدْعَمُ سَقْفُهَا بِرَكَائِزٍ مِنَ  
الْخَشَبِ أَوِ الْفُؤْلَادِ. وَتُنْقَلُ الصُّخُورُ  
الْمُسْتَخْرَجَةُ، نَحْوَ الْمَصَاعِدِ، بِقِطَارَاتٍ ذَاتِ  
عَرَبَاتٍ صَغِيرَةٍ أَوْ بِبَسَاطٍ نَقَّالٍ. وَالْعَمَلُ فِي





انفجار غازي



مصابيح المناجم

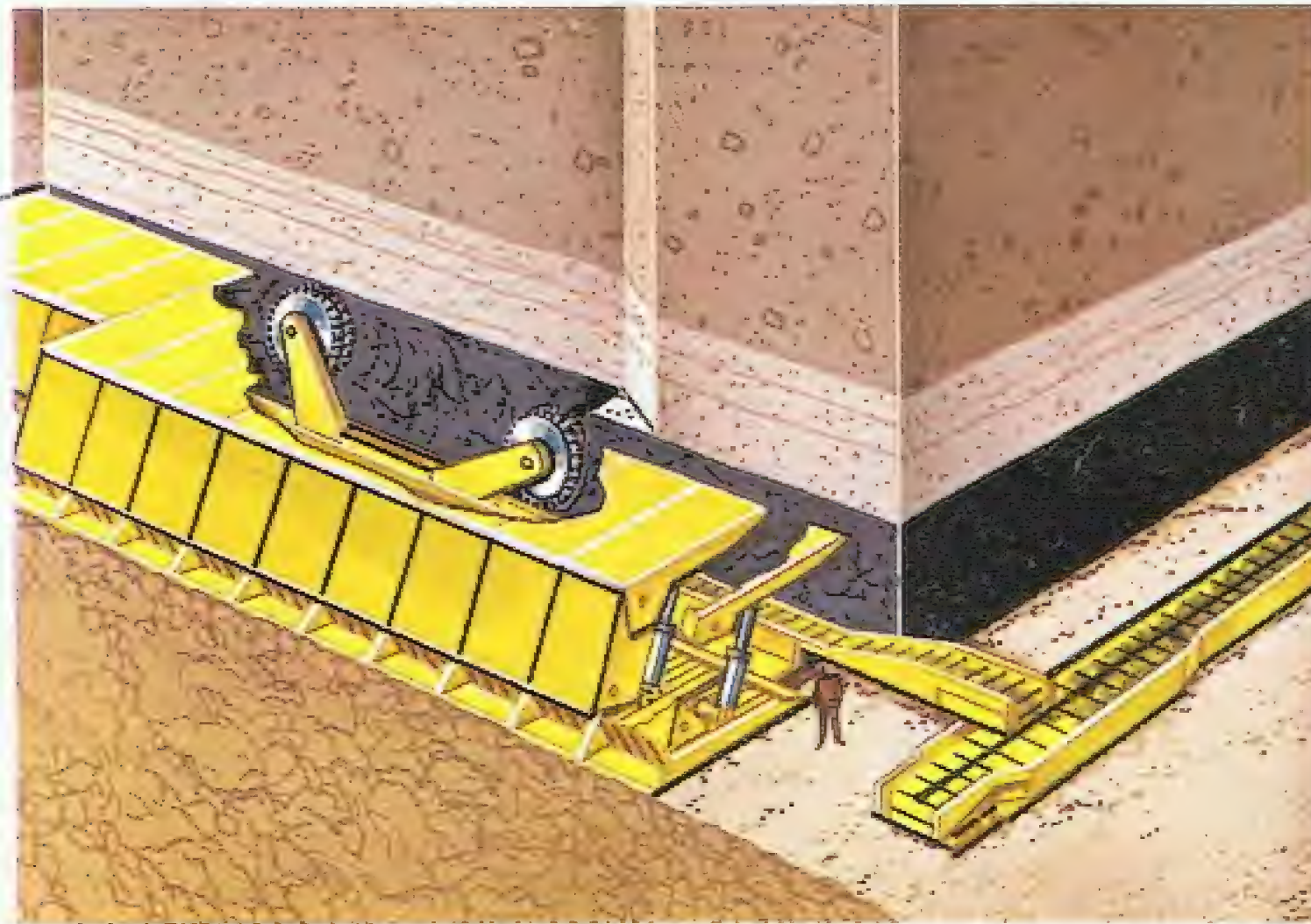


الأشغال الشاقة لعمال المناجم

## أيسود الظلام حقًا تحت الأرض؟

لدى تعرّضها لأدنى لهب. أمّا اليوم، فيمكن  
بلا خطرٍ تقريبًا، أن نحصلَ على ضوءٍ أقوى،  
بفضل الكهربيّاء. لكنّ عمّال المناجم يتجنّبون  
دائمًا إحداث أيّ شرارة.

لا يدخلُ نورُ النهارِ إلى باطن الأرض.  
لذلك يجبُ الاستضاءةُ بالمصابيح. وهذه  
الأخيرة كانت تُضاء بالغاز. فتُعطي نورًا قويًا.  
لكنّها تُشكّل خطرًا كبيرًا. فداخل الصُخور،  
غالبًا ما تكونُ هناك جيوبٌ غازيّة قد تنفجرُ



نّباتة وبساط متحرّك



منشار ومولان ومطرقة نقارة

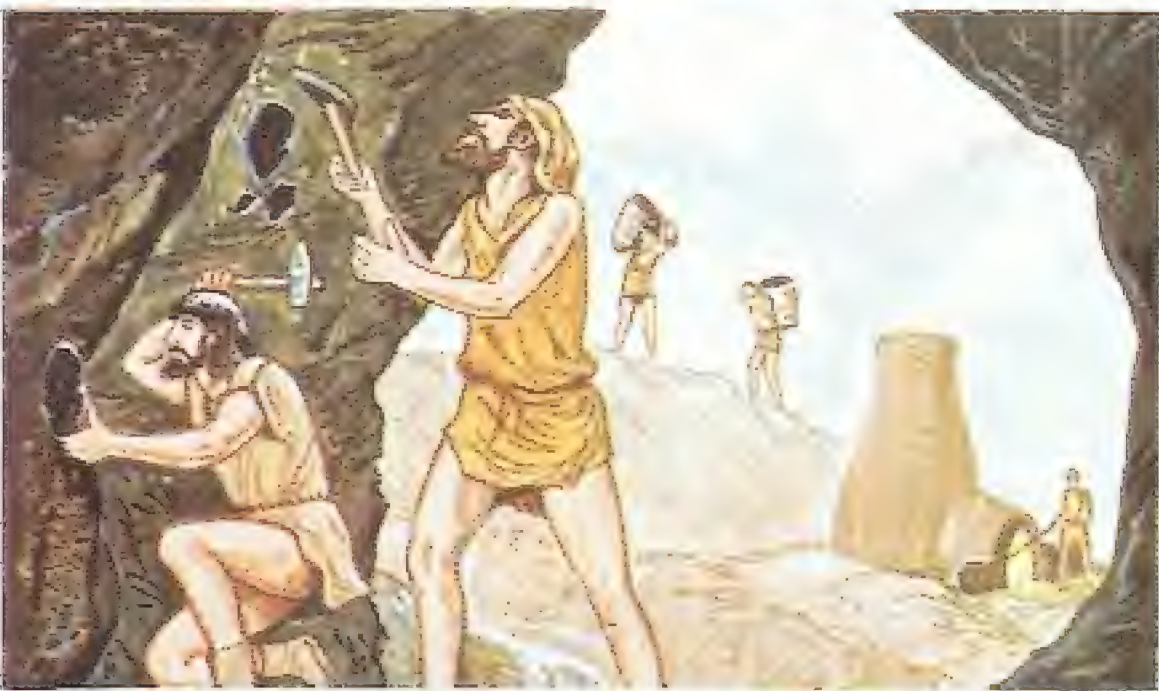
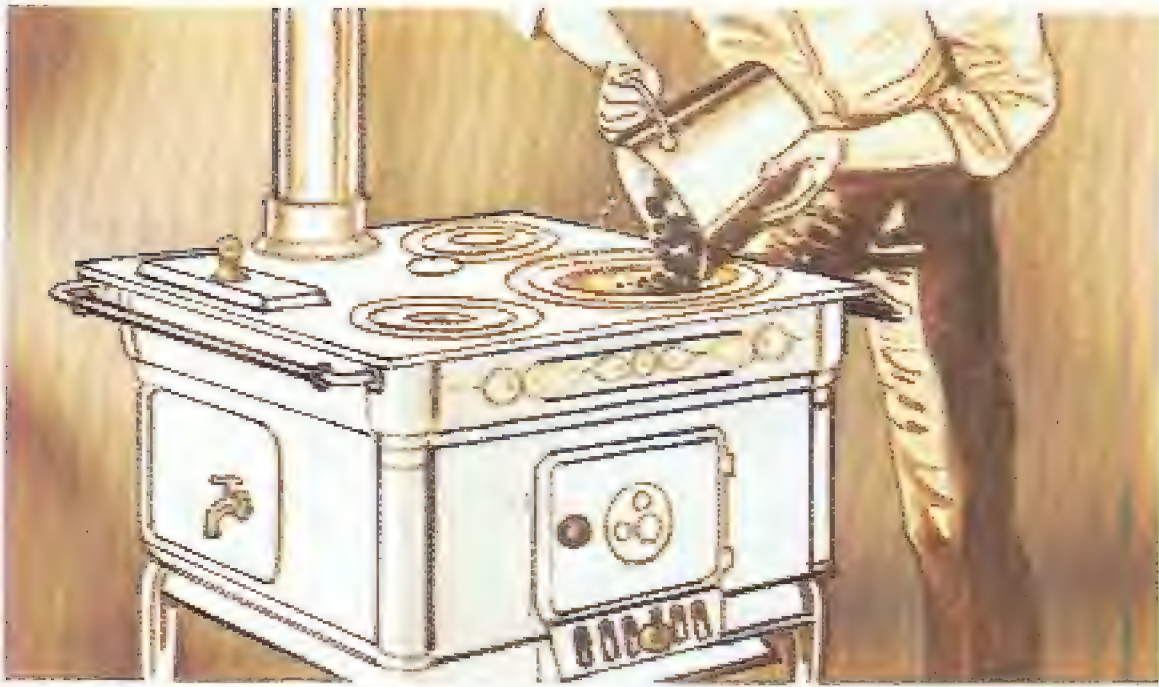




اسماءُ كُلِّ الموادِّ المنجميةِ في العالمِ تَمَلُّ القواميسَ الكبيرةَ

## هَلْ كَانَتْ الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ دَائِمًا مَوْجُودَةً؟

يَتَحَرَّكُ كوكبُنَا وَيَتَحَوَّلُ بِلا تَوَقُّفٍ، مِنْذُ  
نَشَأْتِهِ. وَفِي بَعْضِ الْمَوَاضِعِ، أَدَّتْ هَذِهِ الْحَرَكَاتُ  
إِلَى صُعُودِ صُخُورٍ دَفِينَةٍ. وَصَلَتْ مِنْ أَعْمَاقِهَا  
السَّخِيقَةِ إِلَى السَّطْحِ، مَعَ مَا تَحْتَوِيهِ مِنْ حَدِيدٍ  
أَوْ نُحَاسٍ أَوْ أَلْمَاسٍ. وَفِي أَمْكِةٍ أُخْرَى،  
تَرَسَّبَتْ فَضَلَاتُ النَّبَاتَاتِ أَوْ الْحَيَوَانَاتِ فِي  
قَاعِ الْبَحَارِ أَوْ وَحْلِ الْبُحَيْرَاتِ. وَشَيْئًا فَشَيْئًا،  
تَحَلَّلَتْ، فَصَارَتْ نَفْطًا أَوْ غَازًا أَوْ فَحْمًا.  
لَكِنَّ كُلَّ هَذِهِ التَّحَوُّلاتِ تَتِمُّ ببطءٍ شَدِيدٍ،  
خِلَالَ عَشْرَاتِ الْمِلايينِ مِنَ السِّنِينَ.



بَعْضُ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ تُسْتَعْمَلُ مِنْذُ أَزْمَنَةٍ بَعِيدَةٍ جِدًّا

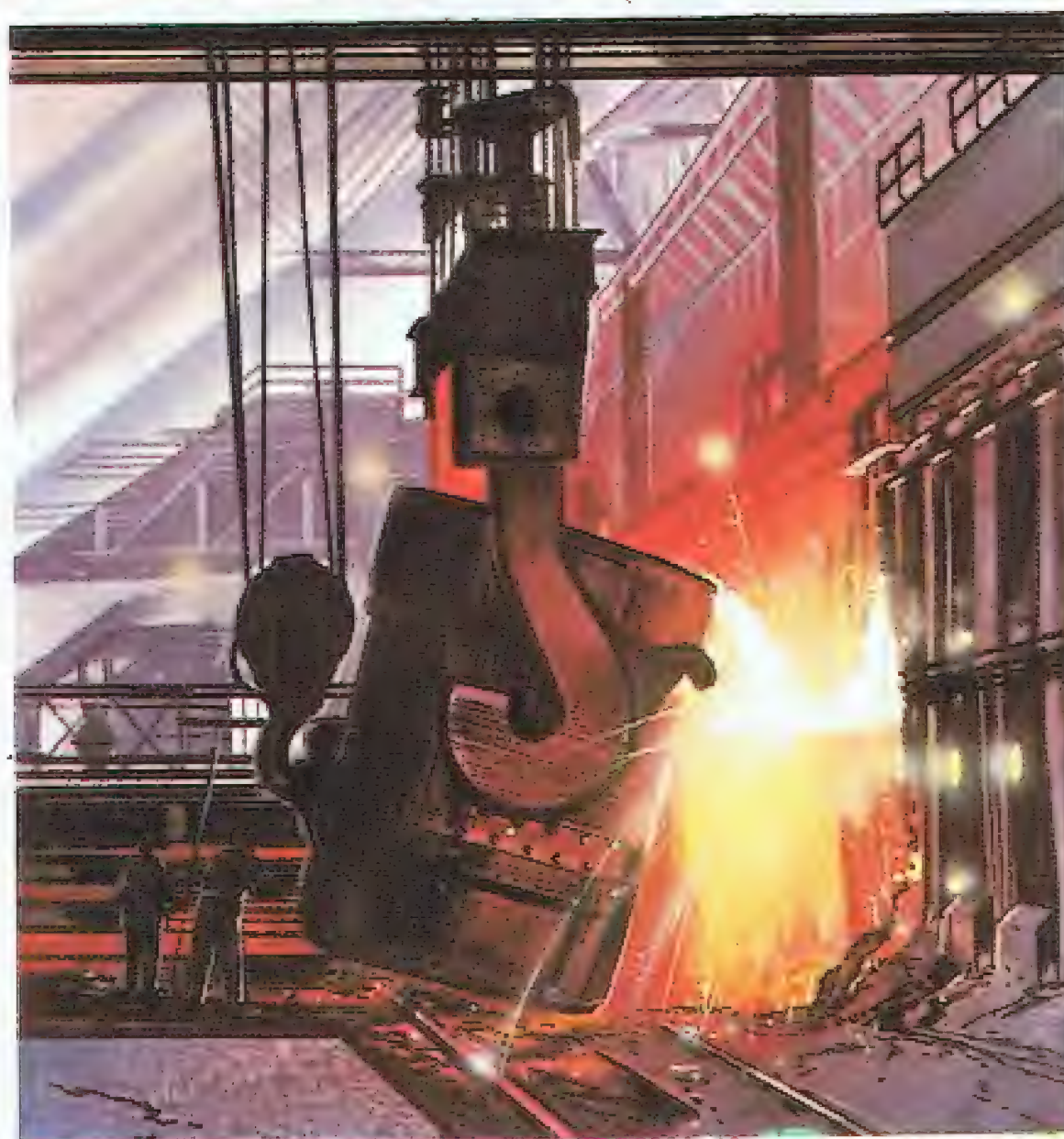


## مَا الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ؟

المادَّةُ المنجميَّةُ هِيَ صَخْرَةٌ تَحْتَوِي عَلَى بعضِ المنتجاتِ التي يُمكننا أَنْ نَسْتَخْدِمَهَا. وَهَكَذَا فَالْفَحْمُ الْحَجَرِيُّ مادَّةٌ مَنْجَمِيَّةٌ. وَمِنْذُ عهدِ اليونانيين والرومانِ القدامى، كانتْ تُسْتَغَلُّ مَنَاجِمُ الْمِلْحِ وَالْكِبْرِيتِ. وَتَوْجَدُ أَيْضًا مَنَاجِمُ لِلرَّصَاصِ، أَوْ الْحَدِيدِ، أَوْ الْفِضَّةِ، أَوْ

## لِمَاذَا تُذَابُ بَعْضُ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ؟

تَكَادُ الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ أَلَّا تَحْتَوِي أَبَدًا عَلَى مُنتَجَاتٍ نَقِيَّةٍ بِكُلِّ مَعْنَى الْكَلِمَةِ. لَكِنِّي نَجِدُ الْمَاسَ مَثَلًا، يَجِبُ أَنْ نَسْتَخْرِجَ مِنَ الْمَنْجَمِ مِثَالَ الْكِيلُوغَرَامَاتِ مِنَ التُّرَابِ. وَيَجِبُ بَعْدَئِذٍ أَنْ نُنْقِيَ كُلَّ مَا يَحْتَوِي عَلَيْهِ. وَتَسْخِنُ بعضُ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ بِقُوَّةٍ يُتِيحُ لَنَا أَنْ نَعزِلَ الْمُنْتَجَاتِ الْمُخْتَلِفَةَ الَّتِي تَحْتَوِي عَلَيْهَا، لِأَنَّ هَذِهِ الْمُنْتَجَاتِ لَا تَذُوبُ عَلَى دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ذَاتِهَا. وَهَكَذَا يَجِبُ أَنْ تُرْفَعَ الْحَرَارَةُ إِلَى أَلْفِ دَرَجَةِ لِلْحُصُولِ عَلَى الذَّهَبِ، وَإِلَى أَلْفٍ وَخَمْسِ مِئَةِ دَرَجَةِ لِلْحُصُولِ عَلَى الْحَدِيدِ. هَذَا مَا يَحْدُثُ تَقْرِيبًا حِينَ نُسَخِّنُ الطَّعَامَ: يَذُوبُ الشَّحْمُ أَوَّلًا، فَيَسْهُلُ عِنْدَئِذٍ اسْتِخْرَاجُهُ.



تُسَخَّرُ الْمَعَادِنُ مِنَ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ





البرونز خليط... قديم جداً



لا يزال البرونز مُستعملاً في صناعة الأجراس

## مَا الْفَرْنُ الْعَالِي؟

تَرَى الفولاذَ يَوْمِيًّا دُونَ أَنْ تَعْرِفَ. تَرَاهُ فِي هياكلِ السَّيَّاراتِ أَوْ البيوتِ أَوْ البَرَّاداتِ. إِنَّهُ مَصْنُوعٌ فِي الْأَفْرَانِ الْعَالِيَةِ. وَهِيَ أَفْرَانٌ يُمَكِّنُ أَنْ يَبْلُغَ ارْتِفَاعُهَا مِئَةً مِترًا. تُكَدَّسُ فِيهَا طَبَقَاتٌ مِنَ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ وَالْمَوَادِّ المُنْجَمِيَّةِ الْمُحْتَوِيَةِ عَلَى الحَدِيدِ. تُرْفَعُ حَرَارَتُهَا إِلَى دَرَجَةٍ عَالِيَةٍ جِدًّا، فَتَذُوبُ وَتَخْتَلِطُ لِتُعْطِيَ صُهْرَةً الحَدِيدِ. وَهَذِهِ الْأَخِيرَةُ تُخَلَّصُ مِنْ شَوَائِبِهَا، فَتَصِيرُ فَوَلاذًا. وَبَعْدَئِذٍ يُصَبُّ الفَوَلاذُ بِشَكْلِ قُضْبَانٍ وَسَبَائِكَ.



الأفرانُ العالِيَةُ تُنتِجُ صُهْرَةَ الحَدِيدِ والفَوَلاذَ



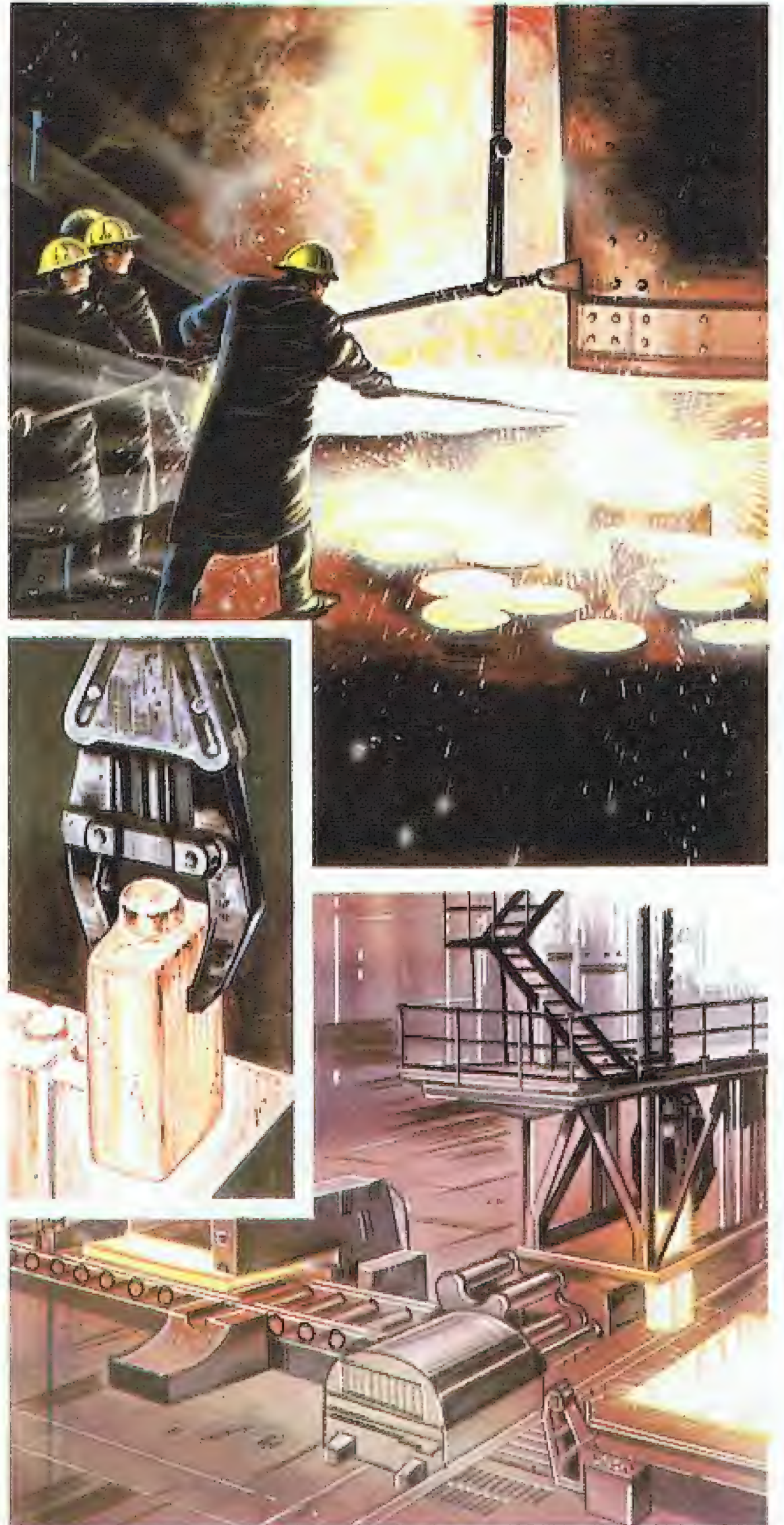
## هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تُخْلَطَ مَادَّتَانِ مَنْجَمَتَانِ؟

يُحْصَلُ عَلَيْهِ عَبْرَ إِذَابَةِ النُّحَاسِ وَالْقَصْدِيرِ.  
وَعَالِبًا مَا يَكُونُ الْخَلِيطُ أَصْلَبَ وَأَمْتَنَ مِنَ  
الْمَعَادِنِ الصَّافِيَةِ. فَالْفُولَادُ مَثَلًا أَصْلَبُ مِنَ  
الْحَدِيدِ وَالْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ اللَّذَيْنِ يُصْنَعُ مِنْهُمَا.

مَنْذُ آلَافِ السِّنِينَ، عَرَفَ إِنْسَانٌ مَا قَبْلَ  
التَّارِيخِ بَعْضَ الْمَعَادِنِ الَّتِي كَانَ يَلْمُهَا عَنْ  
الْأَرْضِ. ثُمَّ تَعَلَّمَ أَنَّ يَخْلُطَهَا. وَهَكَذَا فَإِنَّ  
الْبُرُونزَ الَّذِي تُصْنَعُ مِنْهُ الْأَجْرَاسُ الْكَبِيرَةُ  
مَثَلًا، لَيْسَ مَوْجُودًا فِي الطَّبِيعَةِ. إِنَّهُ خَلِيطٌ

## أَيُّنَ تَوْجَدُ مَصَانِعُ الْفُولَادِ الْكُبْرَى؟

فِي بَعْضِ الْمَنَاطِقِ، يَحْتَوِي بَاطِنُ الْأَرْضِ  
عَلَى احْتِيَاطِيٍّ ضَخْمٍ مِنَ الْحَدِيدِ الْخَامِ أَوْ  
الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ، أَوْ مِنَ الْأَثْنَيْنِ مَعًا. لِأَجْلِ  
تَجَنُّبِ نَقْلِ هَذِهِ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ، تُقَامُ قُرْبَ  
مَنَاجِمِهَا الْمَصَانِعُ الَّتِي تُنتِجُ الْفُولَادَ: مِنَ الْأَفْرَانِ  
الْعَالِيَةِ، إِلَى الْمَصَفِّحَاتِ الَّتِي تُحَوِّلُ السَّبَائِكَ  
إِلَى صَفَائِحَ، إِلَى الْمُجَنَّبَاتِ الَّتِي تُصْنَعُ الْقَضبانَ  
أَوْ الْأَنْبِيبَ الْحَدِيدِيَّةَ. كُلُّ سُكَّانِ الْمَنْطَقَةِ  
يَمِيشُونَ عِنْدَئِذٍ مِنْ مَصَانِعِ الْفُولَادِ هَذِهِ. كَمَا  
تَوْجَدُ مَصَانِعُ كَثِيرَةٌ مِنْ هَذَا النَّوعِ فِي الْمَرَاغِيءِ  
الْكُبْرَى، حَيْثُ تَصِلُ الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ عَلَى مَتْنِ  
السُّفُنِ.



بَعْضُ مَصَانِعِ الْفُولَادِ تَوْجَدُ قُرْبَ الْمَنَاجِمِ





غابة من الأبراج النفطية



مصطبة نفطية



حفرة بئر

## هل يمكن نقل النفط والغاز؟

حين يتسرب النفط أو الغاز، يُخشى دائماً من وقوع انفجار، أو من تلوث البحر. ولكي نتجنب هذه الحوادث، يجب أن ننقلهما في صهاريج مُحكَّمة الإغلاق، تحملها شاحنات أو قطارات، أو سفن مخصصة لهذا الغرض، هي ناقلات النفط. في كثير من الأحيان، يسافر النفط والغاز عبر الأنابيب، التي تُشبه قساطل الماء في المنازل، لكنها أضخم بكثير: فقد يتجاوز قطرها المتر أحياناً. وعبر أنابيب النفط وأنابيب الغاز، تجتاز هاتان المادتان بلداناً، أو قارات كاملة، حتى إنهما تمران في قاع البحر.

## كيف نجد النفط؟

بعض الصخور الجوفية تكون مُشبعة كالإسفنج بزيوت مائل إلى السواد، وكثيف إلى حد ما، هو النفط الخام. العثور عليه يتطلب دراسة الأرض، ثم الحفر في العمق. يركّز بُرج معدني مُجهّز، لهذا الغرض، بأنابيب جوفاء متواصلة، تنتهي بِمِثْقَبٍ منشاريٍّ يدور كالدوّامة فيحفر الصخر ويدخل الأنابيب في باطن الأرض. تصلُ الآبار الكبرى بهذه الطريقة إلى عمق عشرة كيلومترات تحت الأرض. وحين تصلُ الأنابيب إلى النفط، يصعدُ عبرها وينبجس إلى السطح.





يُثْرُ نَفْطٍ مُشْتَعِلَةٌ



قَازِفَةٌ مُضَادَّةٌ لِلْحَرِيقِ

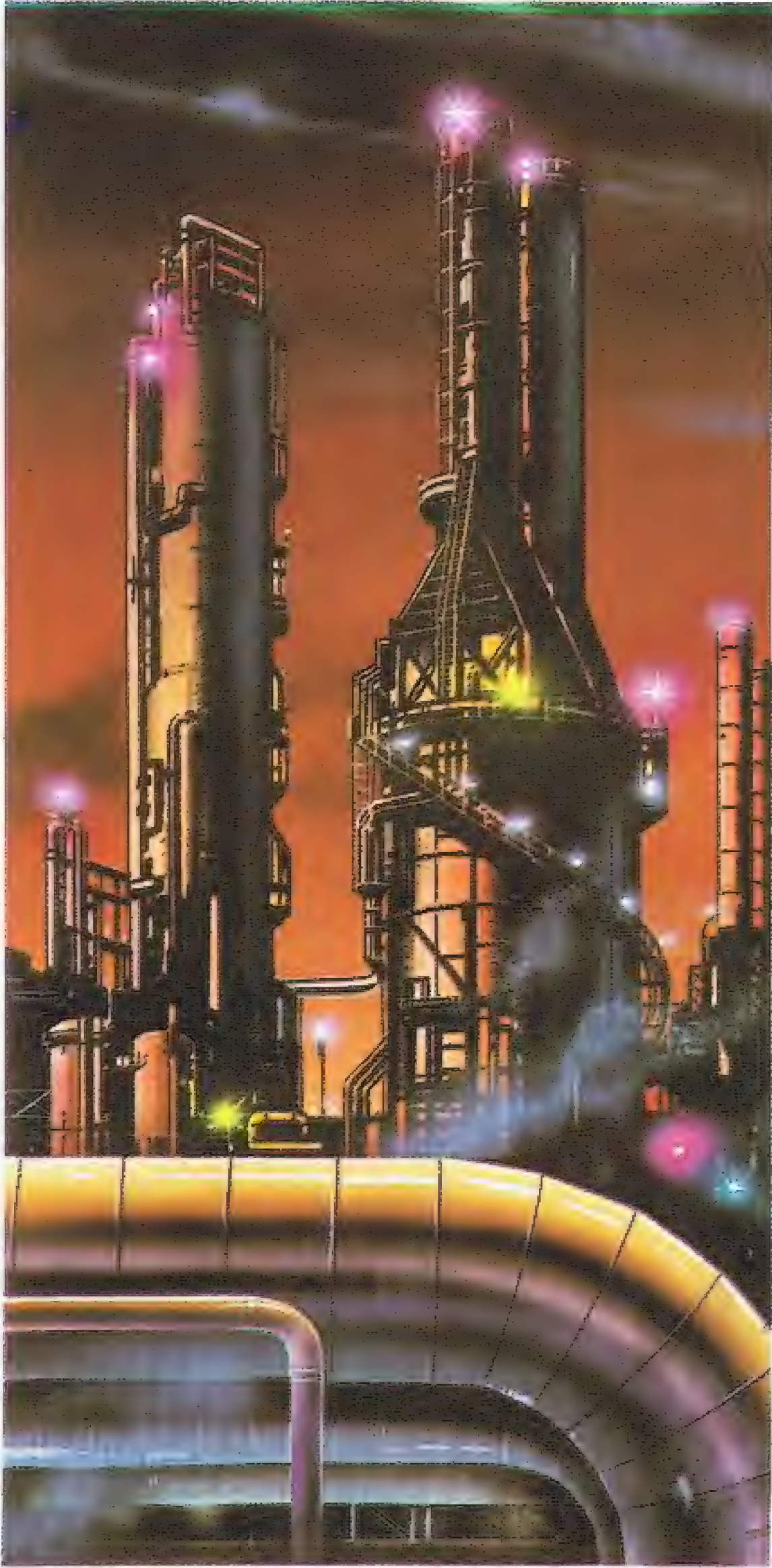
## لِمَاذَا تَشْتَعِلُ بَعْضُ آبَارِ النَّفْطِ؟

يَحْتَاجُ النِّفْطُ الْخَامُ إِلَى حَرَارَةٍ قَوِيَّةٍ لِكَيْ يَشْتَعِلَ. لَكِنَّهُ يَكُونُ مَشُوبًا دَائِمًا بِغَازَاتٍ، تَكُونَتْ مَعَهُ، وَهِيَ أَسْهَلُ مِنْهُ اشْتِعَالًا. إِنَّهَا خَفِيفَةٌ، وَفِي عَمَلِيَّاتِ حَفْرِ الْآبَارِ، تَخْرُجُ قَبْلَ غَيْرِهَا. وَأَدْنَى شَرَارَةٍ تُسَبِّبُ حَرِيقًا. يَصْعَدُ نَحْوَ الْفَضَاءِ لِهَيْبٍ ضَخْمٍ، يَصِلُ ارْتِفَاعُهُ أحيانًا إِلَى مِائَاتِ الْأَمْتَارِ. إِطْفَاءُ هَذِهِ النَّارِ يَتِمُّ عَبْرَ نَفْخِهَا، وَكَأَنَّهَا نَارُ شَمْعَةٍ عِمْلَاقَةٍ. وَلَا تَتِمُّ هَذِهِ النَّفْخَةُ الْجَبَّارَةُ إِلَّا عَبْرَ إِحْدَاثِ انفِجَارٍ. وَهَذَا عَمَلٌ صَعْبٌ لَا يَعْرِفُ أَنْ يُنْفِذَهُ إِلَّا قَلَّةٌ مِنَ الْاِخْتِصَاصِيِّينَ فِي الْعَالَمِ.



نَقْلُ النَّفْطِ وَالْغَازِ





مصفاة نفط

## مَا نَفْعُ مِصْفَاةِ النَّفْطِ؟

النفط الخام، الذي يخرج من الأرض، هو خليط من عناصر كثيرة، ولا يمكن استعماله بهذا الشكل. يجب أن يُكرَّر، أي أن تُفصل المواد التي يتألف منها عن بعضها بعضاً، فتصير صافية، نقيّة. كلُّ هذا العمل يجري في المصفاة، بأبراجها العالية، وأنايبها الطويلة، وخزاناتها العملاقة. يُصنع فيها البنزين للسيّارات، والمازوت للتدفئة، والزفت للطرقات، وبعض المواد المستعملة في صنع الدهان، وأشياء أخرى كثيرة.

ومغذّية مثله؛ لكنّها تختلف عنه بمظهرها وطعمها. كما تُنتج، انطلاقاً من النفط، أغذية كثيرة للحيوانات.

## أَصَحِّحُ أَنَّهُ قَدْ صُنِعَ مِنَ النَّفْطِ «لَحْمٌ عِجْلٍ»؟

كما أن المصانع الكيميائيّة تستطيع أن تصنع موادّ جديدة، فإنّها تستطيع أن تقلّد الموادّ الموجودة في الطبيعة. توصّل العلماء مثلاً، في المختبرات، إلى إنتاج شرائح لحم كيميائيّة، قريبة جداً من اللحم الحقيقي،



## هَلْ تُوجَدُ اللَّدَائِنُ فِي الطَّبِيعَةِ؟

لَنْ تَرَى أَبَدًا شَجَرَةً مِنَ اللَّدَائِنِ! فَهِيَ مَوَادُّ «صُنْعِيَّةٌ»، تُنتَجُهَا الْمَصَانِعُ. كُلُّ شَيْءٍ، فِي الطَّبِيعَةِ، مُؤَلَّفٌ مِنْ عَنَاصِرٍ صَغِيرَةٍ جِدًّا، لَا تَرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، تُسَمَّى بِالذَّرَّاتِ وَالْجُزْئِيَّاتِ. يَعْرِفُ الْكِيمَايُوتُونَ أَنَّ يَخْلُطُوهَا لِيَحْصُلُوا عَلَى مُنْتَجَاتٍ جَدِيدَةٍ، كَالْمَوَادِّ اللَّدَائِنِيَّةِ. وَالْيَوْمَ، يُوجَدُ مِنْهَا فِي كُلِّ مَكَانٍ. وَهِيَ عَمَلِيَّةٌ جِدًّا، تُصْنَعُ مِنْهَا الْقَوَارِيرُ، وَالْأَكْيَاسُ، وَالْحَقَائِبُ، وَالْأَقْلَامُ، وَالْخِيطَانُ، وَأَفْلَامُ التَّصْوِيرِ، وَالْأَزْرَارُ، وَالْدُمَى... وَلَا بَأْسَ فِي اسْتِعْمَالِهَا إِلَّا: أَنَّ إِتْلَافَهَا صَعْبٌ. وَأَحْيَانًا تَكْثُرُ إِلَى دَرَجَةٍ أَنَّهَا تُلَوِّثُ الطَّبِيعَةَ وَتُلْحِقُ بِهَا أَضْرَارًا.



الموادُّ اللَّدَائِنِيَّةُ تَجْتَاحُ حَيَاتَنَا



هَلْ نَأْكُلُ يَوْمًا أَغْذِيَّةً مَصْنُوعَةً مِنَ النِّفْطِ؟

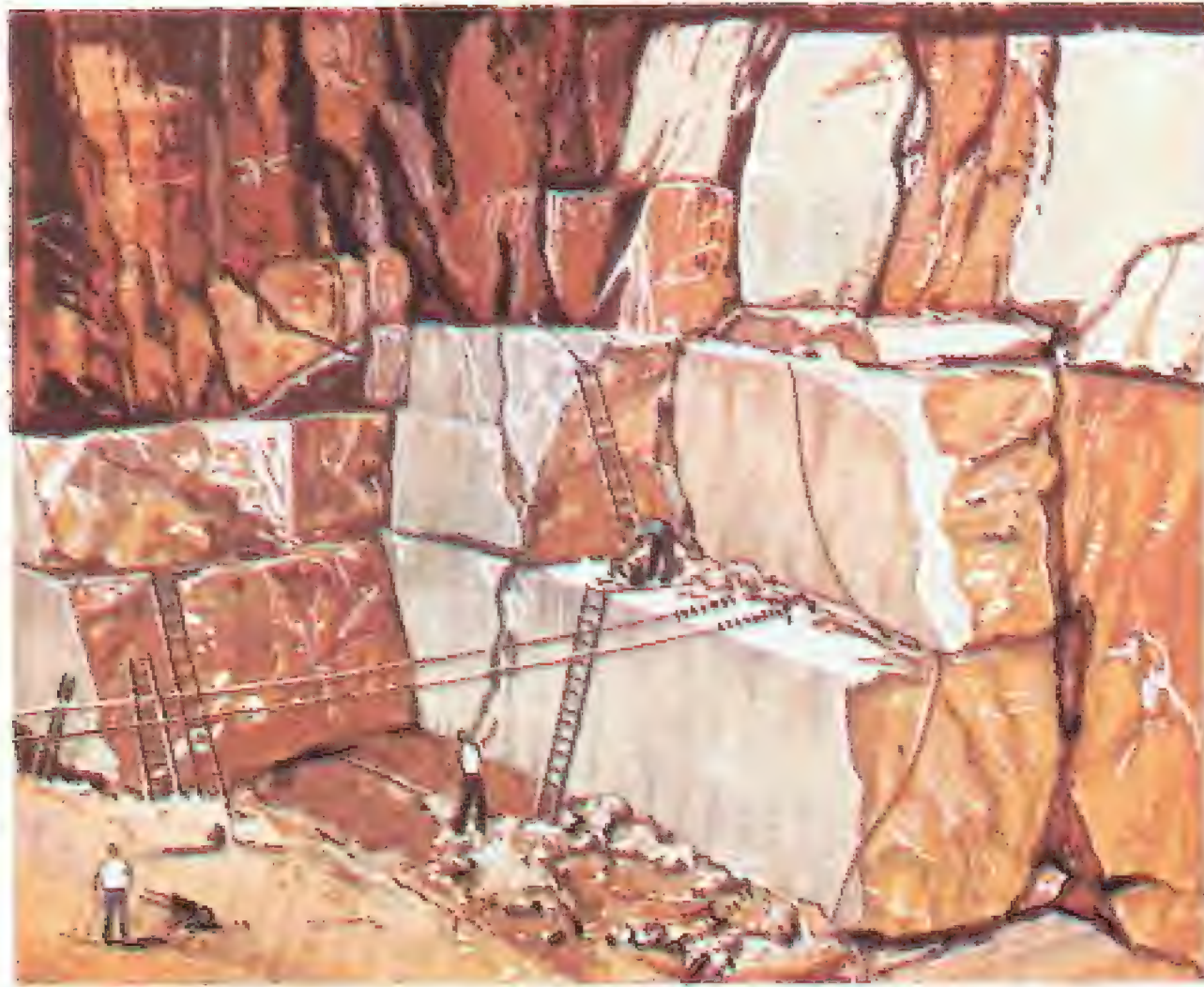




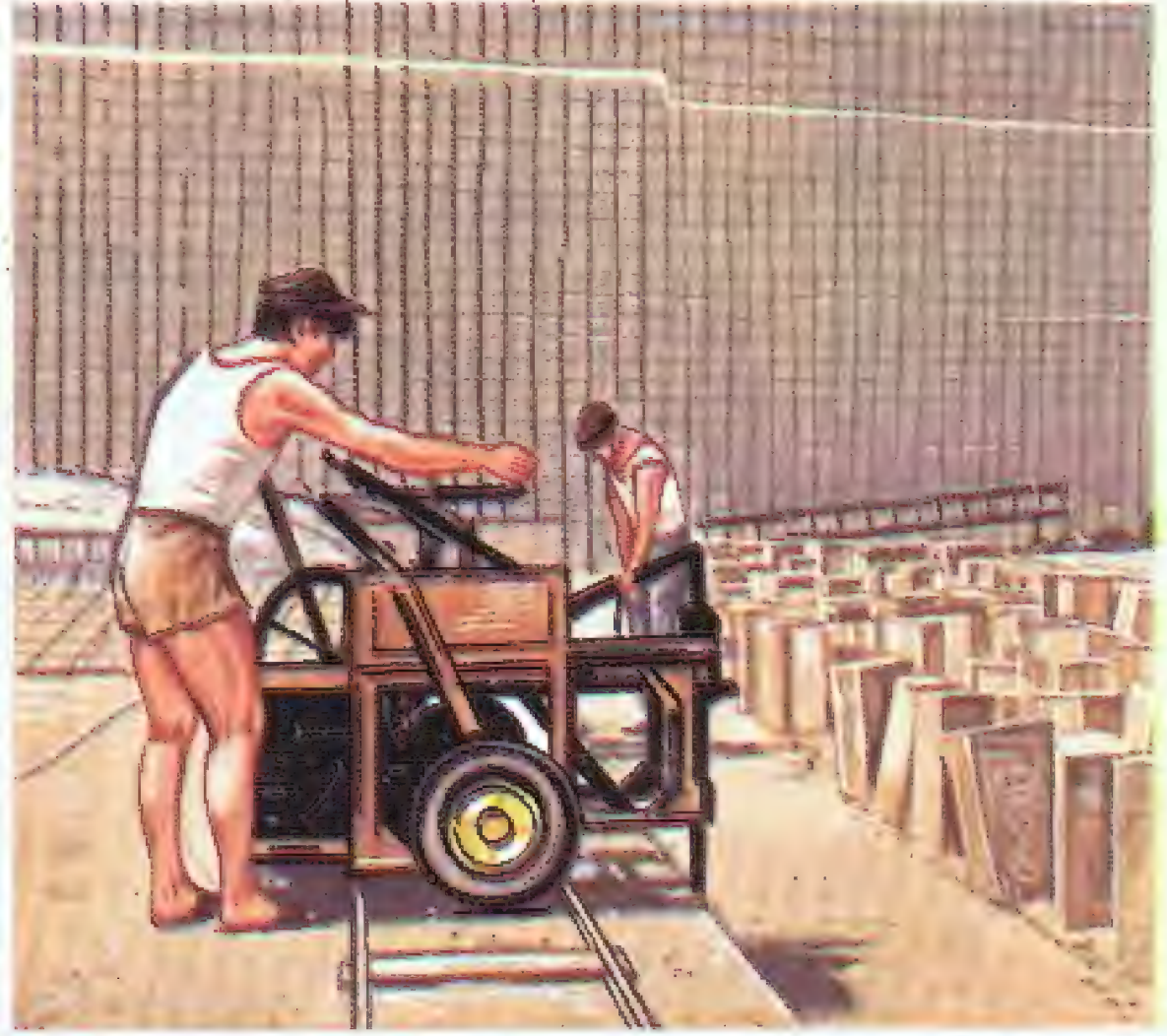
صناعة الآجر والجدران الصلصالية



قرية من الطين المجفف



بعض المقالع ضخمة جداً



عمل مقطعي الحجارة

«يُصَقَّ» الآجر أو الحِجَارَةُ. والجِصُّ أَيْضًا صَخْرَةٌ تُسَخَّنُ وَتُحوَّلُ إِلَى مَسْحُوقٍ نَاعِمٍ. كَمَا يَعطِينَا بَاطِنُ الأَرْضِ الرَّمْلَ والحَصَى، اللَّذَيْنِ يُضَافَانِ إِلَى الإِسْمَنْتِ لِلْحُصُولِ عَلَى الباطون.

مِنْ أَيْنَ يَأْتِي الإِسْمَنْتُ والجِصُّ؟

إِلَى جَانِبِ الحِجَارَةِ، يُسْتَخْرَجُ مِنْ بَاطِنِ الأَرْضِ كَثِيرٌ مِنْ لَوَازِمِ البِنَاءِ. وَهَكَذَا، فَإِنَّ الإِسْمَنْتَ خَلِيطٌ مِنَ الطِّينِ الصَّلْصَالِيِّ وَالْمَوَادِّ الكَلْسِيَّةِ، يُطَبَّخُ وَيُسَخَّنُ ثُمَّ يُسْحَقُ حَتَّى يَصِيرَ دَقِيقًا جَدًّا. وَإِذَا خُلِطَ هَذَا الْمَسْحُوقُ الرَّمَادِيُّ بِالماءِ، فَإِنَّهُ يَتَجَمَّدُ بَعْدَ جَفَافِهِ، لِكَيِّ



## هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تُبْنَى الْبُيُوتُ بِالتُّرَابِ؟

المصريُّونَ القُدامى يَصْنَعُونَ الآجُرَّ مِنْ خَلِيطِ  
القَشِّ وَالطِّينِ الصَّلْصَالِيِّ؛ ثُمَّ يُجَفِّفُونَهُ فِي  
حَرَارَةِ الشَّمْسِ. وَفِي بِلَدَانِ كَثِيرَةٍ مِنَ الْعَالَمِ،  
لَا تَزَالُ الْبُيُوتُ تُبْنَى مِنَ الطِّينِ الْمَصْبُوبِ فِي  
قَوَالِبَ خَشَبِيَّةٍ. هَكَذَا تَكُونُ مَتِينَةً جِدًّا،  
وَمُرِيحَةً، لِأَنَّ الطِّينَ يَبْقَى سَكَّانَهَا جَيِّدًا مِنَ  
الْبَرْدِ أَوْ الْحَرِّ.

مِنْذُ زَمَنٍ بَعِيدٍ جِدًّا، يَسْتَعْمِلُ النَّاسُ مَادَّةً  
أَوَّلِيَّةً مِنَ السَّهْلِ الْعُثُورِ عَلَيْهَا، هِيَ التُّرَابُ،  
أَوْ الطِّينُ الصَّلْصَالِيُّ، الَّذِي يُصْبِحُ صَلْبًا حِينَ  
يُطَبَّخُ. تُصْنَعُ مِنْهُ الصُّحُونُ وَالْأَطْبَاقُ الَّتِي  
تَحْمِلُ الْحَرَارَةَ، وَالْبَلَاطُ، وَحَتَّى الْبُيُوتُ. كَانَ

## مَا الْمَقْلَعُ؟

وَتَقَطَّعُ بِالْمِنْشَارِ الْآلِيِّ. وَهُنَاكَ مُدُنٌ كَثِيرَةٌ  
تَوَسَّعَتْ، فَامْتَدَّتْ فَوْقَ الْمَقَالِعِ الْقَدِيمَةِ الَّتِي  
اسْتُخْرِجَتْ مِنْهَا حِجَارَةٌ بِنَائِهَا.

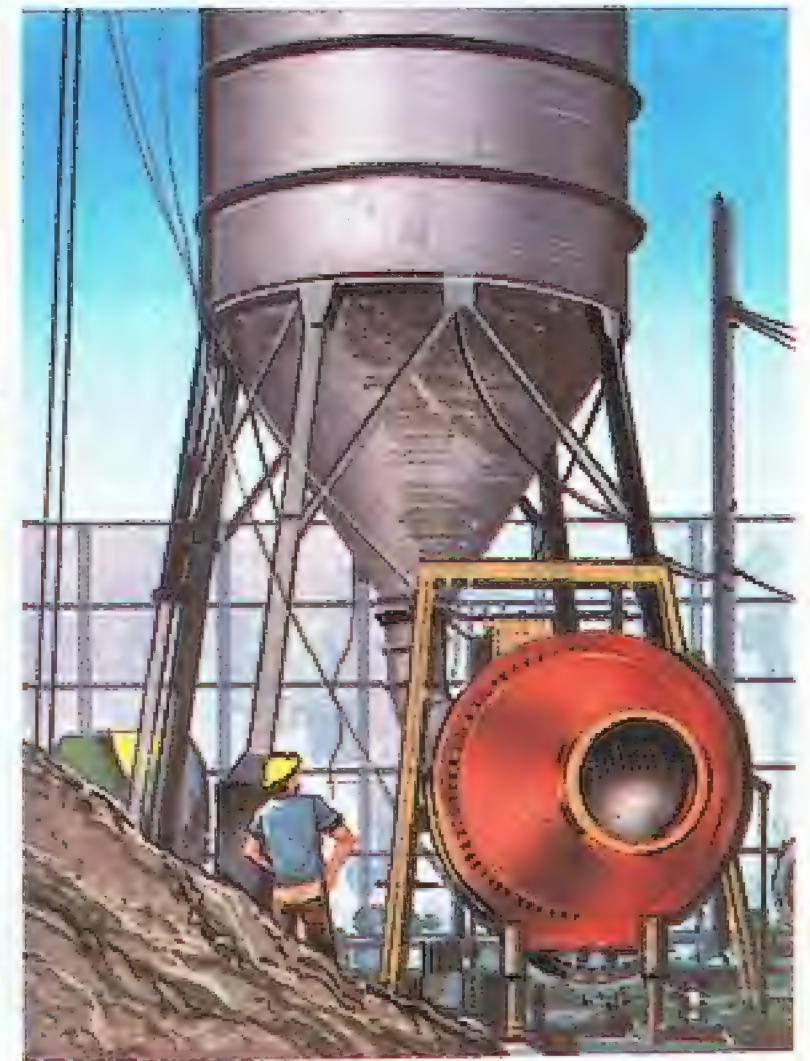
قَبْلَ أَنْ يَسْتَعْمِلَ النَّاسُ الْبَاطُونَ فِي بِنَائِهِمْ،  
كَانُوا يَبْنُونَ قُصُورَهُمْ وَحُصُونَهُمْ بِالْحِجَارَةِ:  
كَالرَّخَامِ، وَالْحَجَرِ الْكِلْسِيِّ، وَالْحُثِّ... وَهِيَ  
كَالْمَوَادِّ الْمُنْجَمِيَّةِ صُخُورٌ مُسْتَخْرَجَةٌ مِنَ  
الْأَرْضِ. لَا نَجِدُهَا فِي الْمَنَاجِمِ، بَلْ فِي الْمَقَالِعِ.  
هُنَاكَ تُسْتَخْرَجُ مِنَ الْأَرْضِ كُتْلٌ ضَخْمَةٌ



جِدَارٌ يُبْلَاطُ بِالْجِصِّ

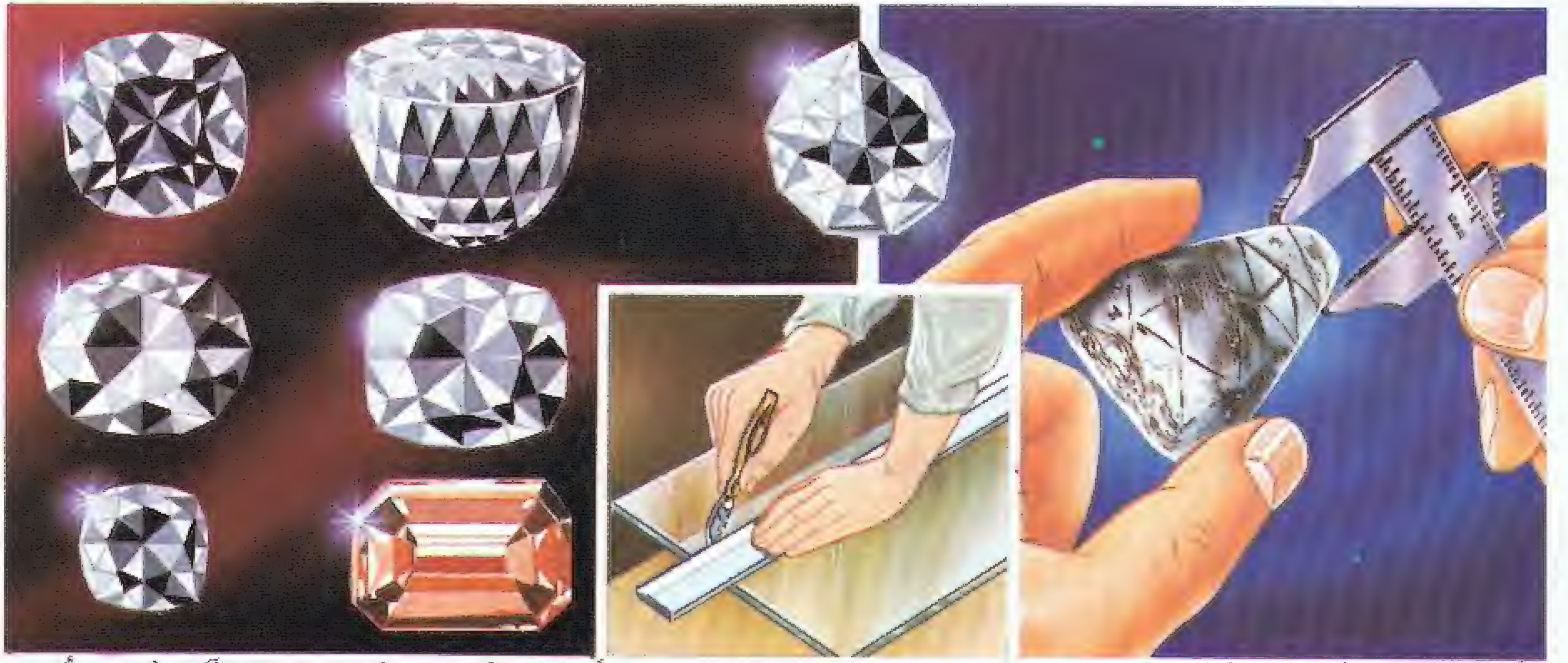


الْبِنَاءُ يَجْبَلُ الْأَسْمَنْتَ



جِبَالَةٌ كَبِيرَةٌ



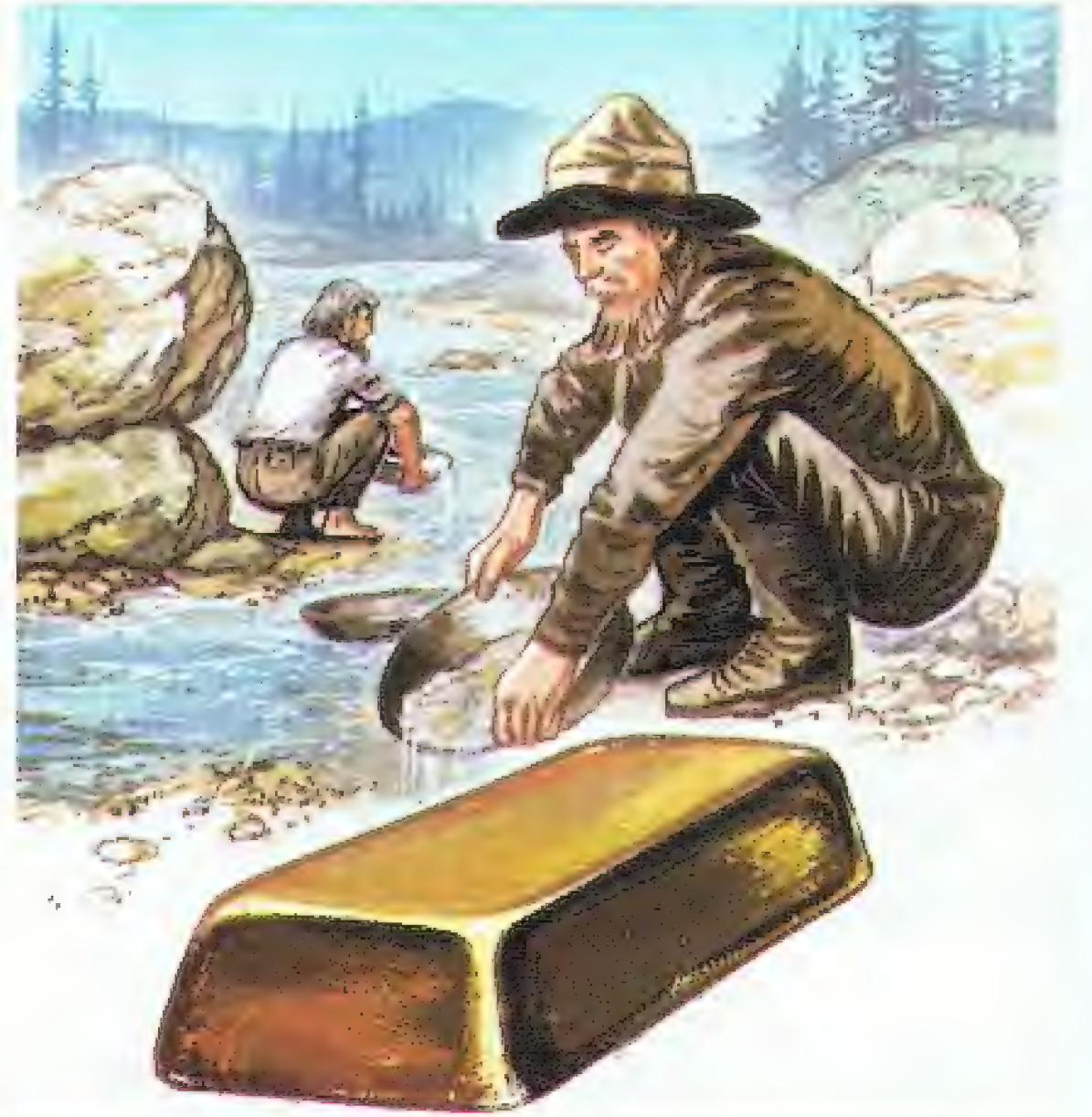


الأماس صلبٌ وَحَادٌ إِلَى دَرَجَةٍ أَنَّهُ يَقْطَعُ الرُّجَاجَ

الأَحْجَارُ الْكَرِيمَةُ الْمَصْقُولَةُ ثَمِينَةٌ جِدًّا

## كَيْفَ نَجِدُ الذَّهَبَ؟

الذَّهَبُ مَعْدِنٌ كَالْحَدِيدِ. لَكِنَّهُ لَا يَصْدَأُ  
وَيَظَلُّ أَصْفَرَ لَمَاعًا كَالشَّمْسِ. مُنْذُ زَمَنٍ بَعِيدٍ  
جِدًّا، عَرَفَ النَّاسُ مَزَايَاهُ، وَصَنَعُوا مِنْهُ الْحُلَى،  
وَالْأَوَانِي، وَالنُّقُودَ. يُسْتَخْرَجُ إِجْمَالًا مِنْ  
الْمَنَاجِمِ. لَكِنَّ الْمَطَرَ يَنْتَزِعُ مِنْهُ أَحْيَانًا حَبَّاتٍ  
صَغِيرَةً أَوْ كَبِيرَةً يَجْرُفُهَا نَحْوُ الْأَنْهَارِ. يَجِيءُ  
الْبَاحِثُونَ عَنِ الذَّهَبِ عِنْدئِذٍ، وَيَلْمُؤُونَ الْحَصَى  
مِنَ الْمَجَارِي الْمَائِيَّةِ فِي مُنْخَلٍ، آمِلِينَ أَنْ يَجِدُوا  
شَذَرَاتٍ مِنَ التُّبْرِ الثَّمِينِ.



مِنْ شَذَرَاتِ التُّبْرِ، إِلَى السَّيِّكَةِ، إِلَى الْحِلَى الذَّهَبِيَّةِ



## لِمَاذَا يُقَالُ إِنَّ بَعْضَ الْأَحْجَارِ كَرِيمَةٌ؟

ثَمَنُهَا غَالٍ لِأَنَّهَا نَادِرَةٌ: تُسَمَّى أَحْجَارًا كَرِيمَةً. وَتُسْتَعْمَلُ فِي صُنْعِ الْحُلِيِّ. كَمَا أَنَّهَا صَلْبَةٌ جِدًّا. فَالزُّجَّاجُونَ، مَثَلًا، يَسْتَعْمِلُونَ الْمَاسَةَ صَغِيرَةً لِقَطْعِ الزُّجَاجِ. وَفِي السَّاعَاتِ، غَالِبًا مَا تَعْمَلُ الْقِطْعُ الدَّاخِلِيَّةُ حَوْلَ يَوَاقِيتِ صَغِيرَةٍ.

هُنَاكَ حِجَارَةٌ تَخْتَلِفُ عَنْ غَيْرِهَا بِشَكْلِهَا الْمُتَنَظِّمِ. لَهَا وُجُوهُ مُتَعَدِّدَةٌ. وَالْوَانُهَا فِي الْغَالِبِ جَمِيلَةٌ جِدًّا. الْيَاقُوتُ أَحْمَرُ، وَالزَّمَرْدُ أَخْضَرُ، وَالْأَلْمَاسُ شَفَافٌ وَبَرَّاقٌ. وَيُمْكِنُ بِصَقْلِهَا أَنْ يُزَادَ عَدَدُ وَجُوهِهَا، وَأَنْ تُجْعَلَ أَكْثَرُ بَرِيقًا.

## أَمَّا زَالَتْ تُوجَدُ ثَرَوَاتٌ أُخْرَى تَحْتَ الْأَرْضِ؟

الْمَنَاجِمُ وَأَبَارِ النَّفْطِ لَيْسَتْ إِلَّا شَكٌّ إِبْرٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. لَمْ نَنْتَهِ بَعْدُ مِنْ اكْتِشَافِ ثَرَوَاتِهَا!

يَسْتَخْرِجُ النَّاسُ مِنْ بَاطِنِ الْأَرْضِ لَوَازِمَ كَثِيرَةً يَحْتَاجُونَ إِلَيْهَا. وَالْحَالُ أَنَّ كَوَكَبَنَا كَبِيرٌ إِلَى دَرَجَةٍ أَنَّهُمْ لَا يَسْتَغْنَوْنَ مِنْهَا فِي الْوَقَاعِ إِلَّا جُزْءًا صَغِيرًا. وَلَا يَذْهَبُ بَحْثُهُمْ إِلَى أَعْمَقِ مِنْ بَضْعَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ أَكْبَرَ



تَحْتَوِي الْقَشْرَةُ الْأَرْضِيَّةُ عَلَى مَوَارِدَ كَثِيرَةٍ جِدًّا



# أَسْرَارُ الطَّاقَةِ

الطاقة حديثٌ كُلُّ الناسِ يُقَالُ إِنَّا نَجْتَازُ «أَزْمَةَ طاقَةٍ». وَتُخِيفُنَا «الطاقة النووية». نُفَكِّرُ فِي اسْتِعْمَالِ «طاقاتٍ جَدِيدَةٍ»، الخ. الطاقة تَمَلَأُ حَيَاتِنَا. تُبَيِّحُ لَنَا أَنْ نَنْقَلِ، أَنْ نَنْقِلَ أَثْمَالًا ثَقِيلَةً، أَنْ نَصْنَعَ سَيَّارَاتٍ أَوْ نَبْنِي بُيُوتًا، أَنْ نُسَافِرَ فِي الْفَضَاءِ. وَنَحْنُ، مِنْ جِهَتِنَا، نُنْفِقُ طَاقَتَنَا لِنَسِيرَ، لِنَعْمَلَ،





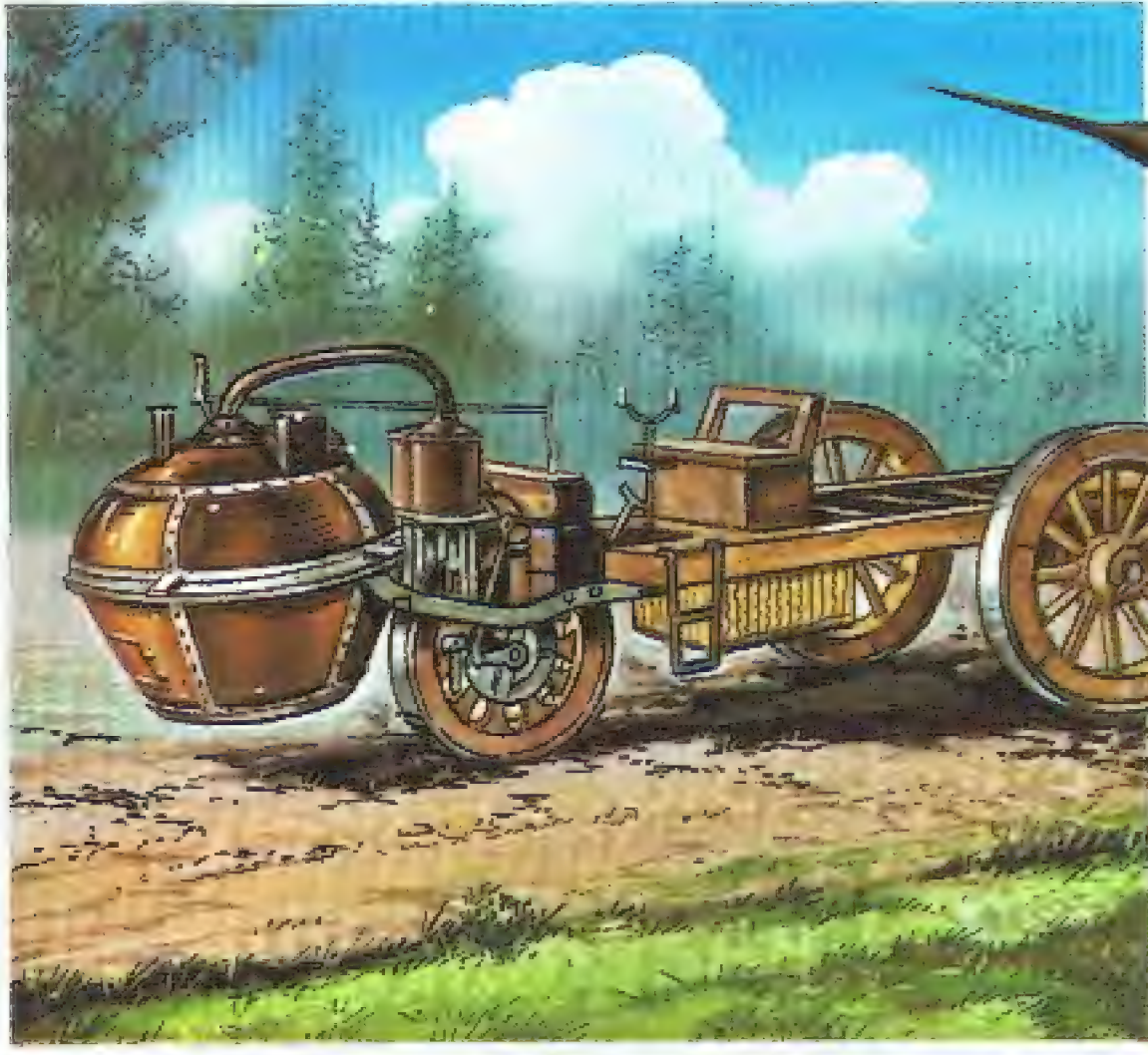
يَجِبُ أَنْ نَجِدَ لَهَا «مَصَادِرَ» فِي الطَّبِيعَةِ: كَالنَّفْطِ،  
أَوِ الْفَحْمِ الْحَجْرِيِّ، أَوِ الرِّيحِ، أَوْ حَرَارَةِ الشَّمْسِ،  
أَوِ الْقُوَّةِ النَّوَوِيَّةِ.  
تَعَالِ نَكْتَشِفْ أَسْرَارَ الطَّاقَةِ.

لِنَقُومَ بِحَرَكَاتِ الْحَيَاةِ الْيَوْمِيَّةِ. وَنَجِدُ احتياطيَّ  
الطَّاقَةِ لَدَيْنَا بِفَضْلِ مَا نَسْتَفِيدُهُ مِنَ الطَّعَامِ وَالنَّوْمِ.  
تِلْكَ هِيَ «مَصَادِرُ» طاقَتِنَا.

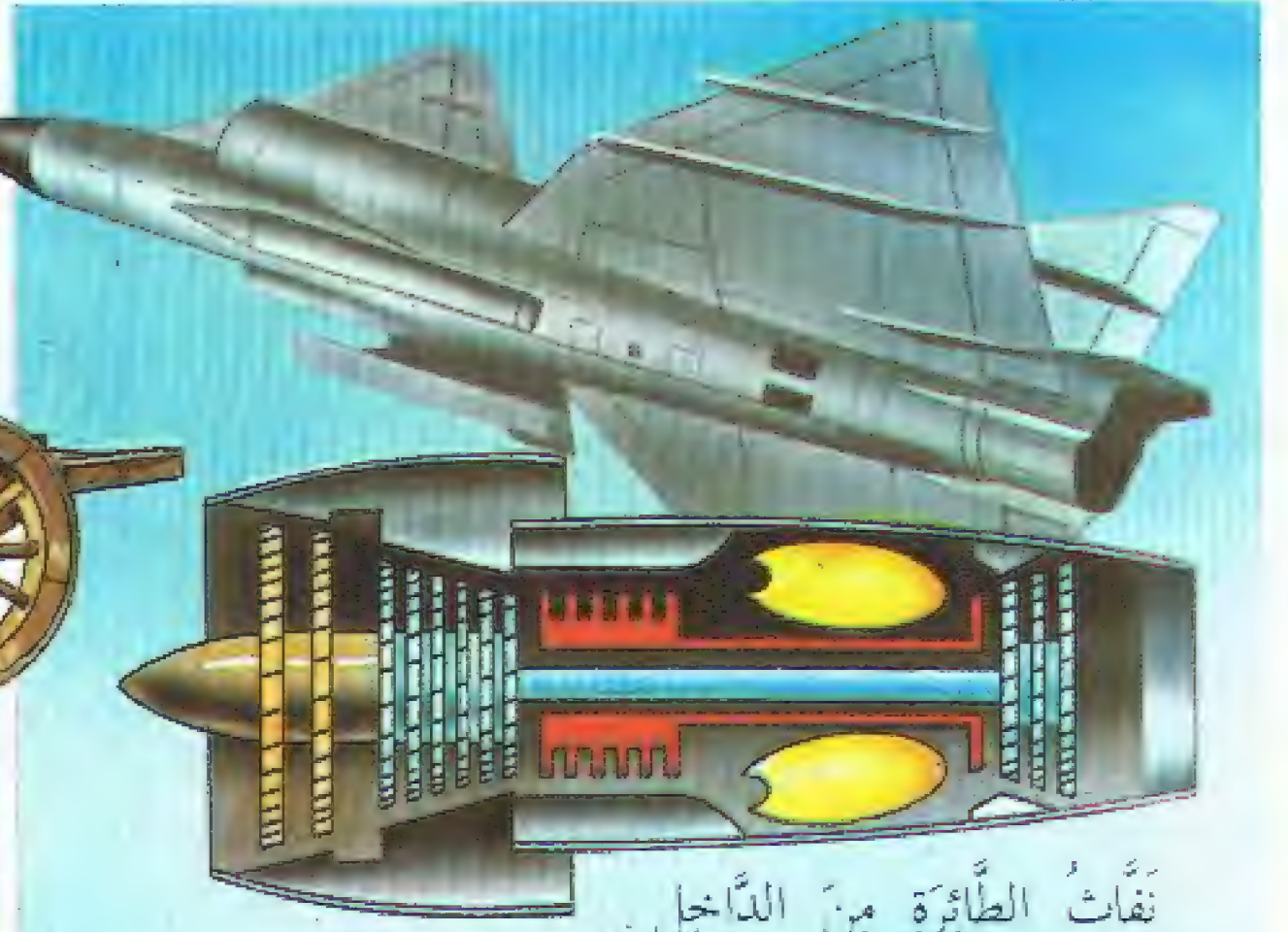
مَنْذُ زَمَنِ بَعِيدٍ جِدًّا، حَاوَلَ النَّاسُ أَنْ يَجْعَلُوا  
قُوَّةَ الآلاتِ تَحِلُّ مَحَلَّ قُوَّتِهِمْ. وَالْيَوْمَ، فِي الْعَصْرِ  
الصَّنَاعِيِّ، يَتَزَايَدُ عَدَدُ الآلاتِ بِشَكْلِ مُتَوَاصِلٍ.  
وَهِيَ أَيْضًا تَسْتَهْلِكُ الطَّاقَةَ لِكَيْ تَعْمَلَ. هَذِهِ الطَّاقَةُ







عربة كونيو البخارية لحمل الأثقال

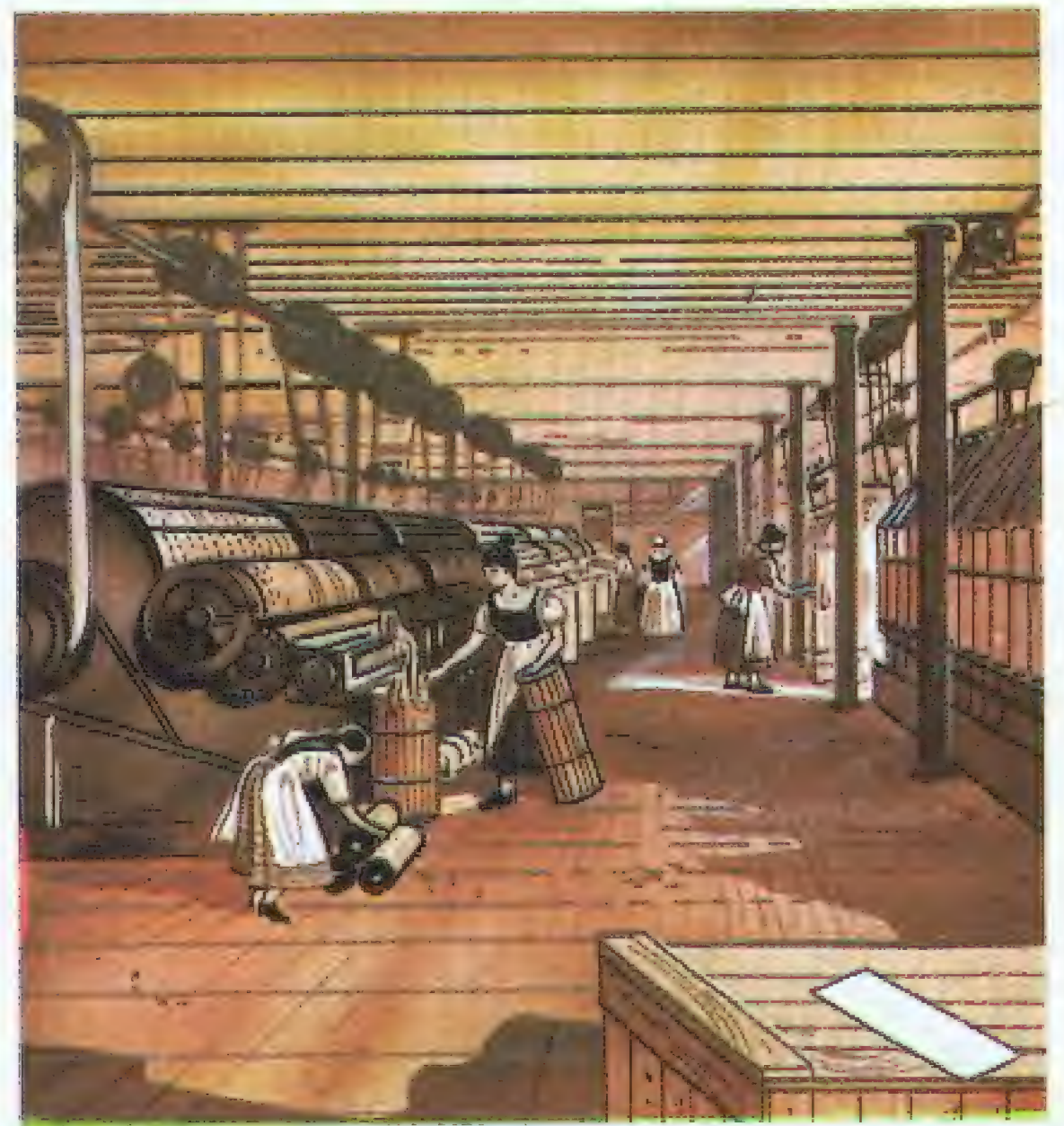


نفاث الطائرة من الداخل

طائرة نفاثة

## مَا نَفْعُ الطَّاقَةِ؟

يَسْتَعْمِلُ الْمُحَرِّكُ بَعْضَ الطَّاقَاتِ لِيَقُومَ بِعَمَلٍ مُعَيَّنٍ. وَهُنَاكَ أَشْكَالٌ عَدِيدَةٌ مِنَ الطَّاقَةِ. يُمَكِّنُ أَنْ نَسْتَعْمِلَ قُوَّةَ تَيَّارِ النِّهَرِ لِتَدِيرِ الطَّاحُونَةِ الْمَائِيَّةِ الَّتِي تَطْحَنُ الْقَمْحَ، أَوْ قُوَّةَ الرِّيحِ لِتَدِيرِ طَوَاحِينَ الْهَوَاءِ. كَمَا تَصِيرُ قُوَّةُ الْحِصَانِ طَاقَةً تَسْمَحُ بِجَرِّ الْمَحْرَاثِ أَوْ الْعَجَلَةِ. وَبِفَضْلِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَطْهُوَ طَعَامَنَا أَوْ أَنْ نَتَدَفَّأَ. وَأَخِيرًا، يُمَكِّنُ لِبَعْضِ الْأَلَاتِ أَنْ تُحَوِّلَ الطَّاقَةَ مِنْ شَكْلِ إِلَى آخَرَ.



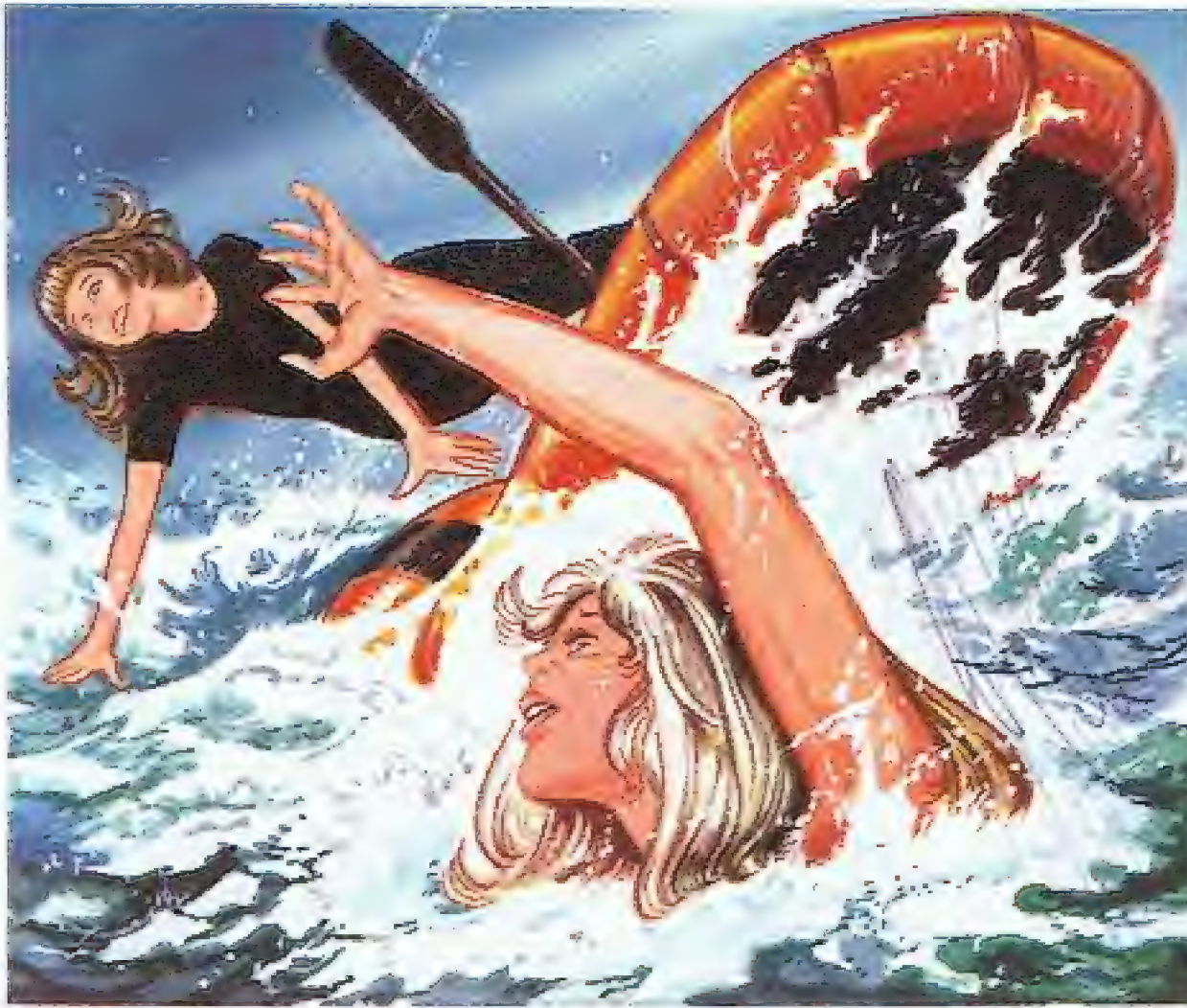
الطاقة تُدِيرُ الْأَلَاتِ



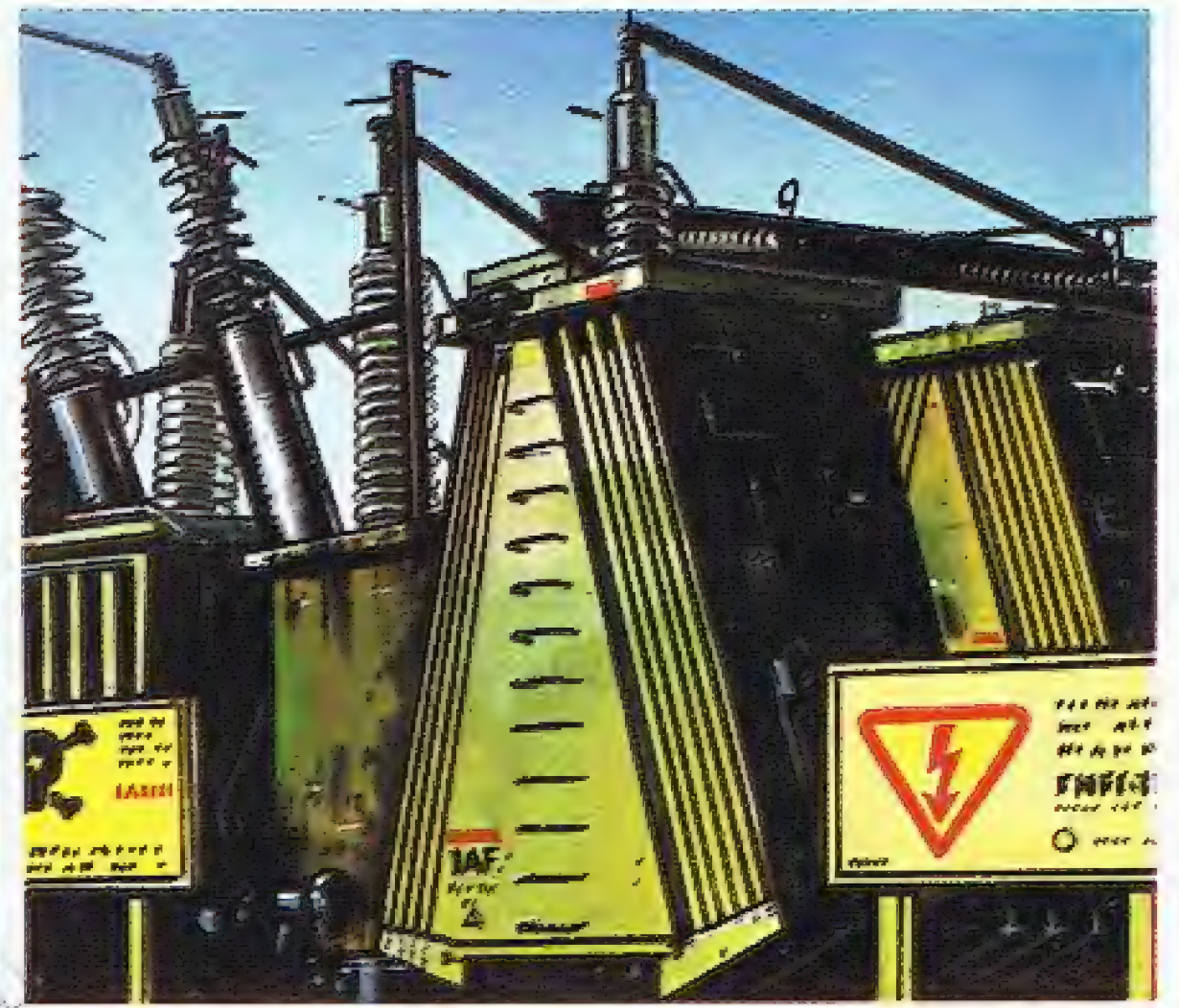
## كَيْفَ تَدُورُ الْمُحَرِّكَاتُ؟

في القاطِرَاتِ الْقَدِيمَةِ الَّتِي كَانَتْ تَعْمَلُ عَلَى  
الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ؛ أَوْ بِفَضْلِ احْتِرَاقِ غَازِهَا،  
كَمَا فِي السَّيَّارَاتِ؛ أَوْ بِوَسَاطَةِ الْكَهْرَبَاءِ، كَمَا  
فِي الْأَجْهَازَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ. هَذِهِ الْأَشْكَالُ الْمُخْتَلِفَةُ  
لِلطَّاقَةِ هِيَ الَّتِي تُشْغَلُ.

حِينَ تَرْكَبُ الدَّرَاجَةَ، عَلَيْكَ أَنْ تُحَرِّكَ  
الدَّوَّاسَةَ كَيْ تَتَقَدَّمَ: أَيُّ عَلَيْكَ أَنْ تَبْذُلَ  
جَهْدًا. أَمَّا الدَّرَاجَةُ النَّارِيَّةُ فَأَقْلُ إِجْهَادًا، لِأَنَّهَا  
ذَاتُ مُحَرِّكٍ. فَإِذَا هُوَ الَّذِي يَقُومُ بِالْعَمَلِ.  
الْمُحَرِّكُ آلَةٌ مَصْنُوعَةٌ لِغَرَضٍ مُعَيَّنٍ هُوَ تَحْرِيكُ  
بَعْضِ الْأَشْيَاءِ. يَدُورُ تَحْتَ تَأْثِيرِ الْحَرَارَةِ، كَمَا



يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ لِلْأَمْوَاجِ طَاقَةٌ قَوِيَّةٌ



الطَّاقَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ قَوِيَّةٌ جَدًّا

مِصْبَاحًا، فَإِنَّكَ تَرَى فَوْرًا الضَّوِّءَ النَّاتِجَ عَنْ  
الطَّاقَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ. فِي كُلِّ مِنْ هَذِهِ الْحَالَاتِ،  
تَكُونُ قَدْ لَاحَظْتَ الطَّاقَةَ.

## هَلْ يُمَكِّنُ لَمَسُ الطَّاقَةِ؟

لَيْسَتْ الطَّاقَةُ مَادَّةً وَلَا شَيْئًا. فَإِذَا لَا يُمَكِّنُ  
أَنْ نَرَاهَا، وَلَا أَنْ نَلْمَسَهَا. لَكِنَّا نَسْتَطِيعُ أَنْ  
نَعْرِفَ بِوُجُودِهَا، وَأَنْ نُدْرِكَ قُوَّتَهَا. عَلَى  
الشَّاطِئِ، حِينَ تَصِلُ إِلَيْكَ مَوْجَةٌ، تُحَرِّكُكَ،  
فَتَشْعُرُ بِقُوَّةِ الْبَحْرِ. إِذَا لَمَسْتَ قِدْرًا مَوْضُوعَةً  
عَلَى الْغَازِ، فَإِنَّكَ تُحَسُّ بِحَرَقَةٍ. إِذَا أَضَاءَتْ



## هَلْ تُوجَدُ مَنَاجِمُ لِلْكَهْرَبَاءِ؟

الكهرباءُ شَكْلٌ مِنْ أَشْكَالِ الطَّاقَةِ تَعْرِفُهُ جَيِّدًا وَتَسْتَغْمِلُهُ غَالِبًا. فَبِفَضْلِ الكَهْرَبَاءِ يُضَاءُ الْمَصْبَاحُ وَيُشْغَلُ التِّلْفِزِيُونُ وَالْمِكْوَاةُ وَأَجْهَازٌ مَنْزِلِيَّةٌ كَثِيرَةٌ أُخْرَى. لَكِنْ لَا تُوجَدُ مَنَاجِمُ، وَلَا مَقَالِعُ لِلْكَهْرَبَاءِ. بَلْ يَتِمُّ الْإِنْتَاجُ فِي مَعَامِلٍ خَاصَّةٍ، هِيَ مَحَطَّاتُ التَّوْلِيدِ، انْطِلَاقًا مِنْ مَصَادِرٍ أُخْرَى لِلطَّاقَةِ: كَقُوَّةِ الْأَنْهَارِ أَوْ الْبِحَارِ، وَحَرَارَةِ النَّارِ، وَأَشِعَّةِ الشَّمْسِ، أَوْ الْقُوَّةِ النَّوَوِيَّةِ.



أَسْلَاكُ تَوْصِيلِ الْكَهْرَبَاءِ

## هَلِ الْبَطَّارِيَّةُ خَزَانٌ لِلْكَهْرَبَاءِ؟

تَجْمِيعُ احتياطيٍّ كَبِيرٍ مِنَ الْكَهْرَبَاءِ. أَمَّا الْبَطَّارِيَّاتُ الصَّغِيرَةُ، الَّتِي تُشْغَلُ الْأَلْعَابُ أَوْ أَجْهَازَةُ الرَّادِيوِ الصَّغِيرَةِ، فَهِيَ مَصَانِعُ صَغِيرَةٌ تُنتِجُ الْكَهْرَبَاءَ بِفَضْلِ بَعْضِ الْمَوَادِّ الْكِيمِيَاءِيَّةِ.

تَحْتَ غِطَاءٍ مُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ، عُلْبَةٌ ثَقِيلَةٌ جِدًّا، هِيَ الْبَطَّارِيَّةُ. تَحْتَوِي عَلَى كَمِيَّةٍ صَغِيرَةٍ مِنَ الْكَهْرَبَاءِ. حِينَ نُدِيرُ السَّيَّارَةَ، نُعِيدُ تَعْبِئَةَ الْبَطَّارِيَّةِ. وَإِلَّا، فَإِنَّهَا تَصِيرُ فَارِغَةً تَمَامًا: وَلَا يَعُودُ مِنَ الْمُمْكِنِ إِضَاءَةُ الْمَصَابِيحِ، أَوْ إِدَارَةُ الْمُحَرِّكِ. هَكَذَا تَرَى أَنَّهُ لَيْسَ مِنَ السَّهْلِ



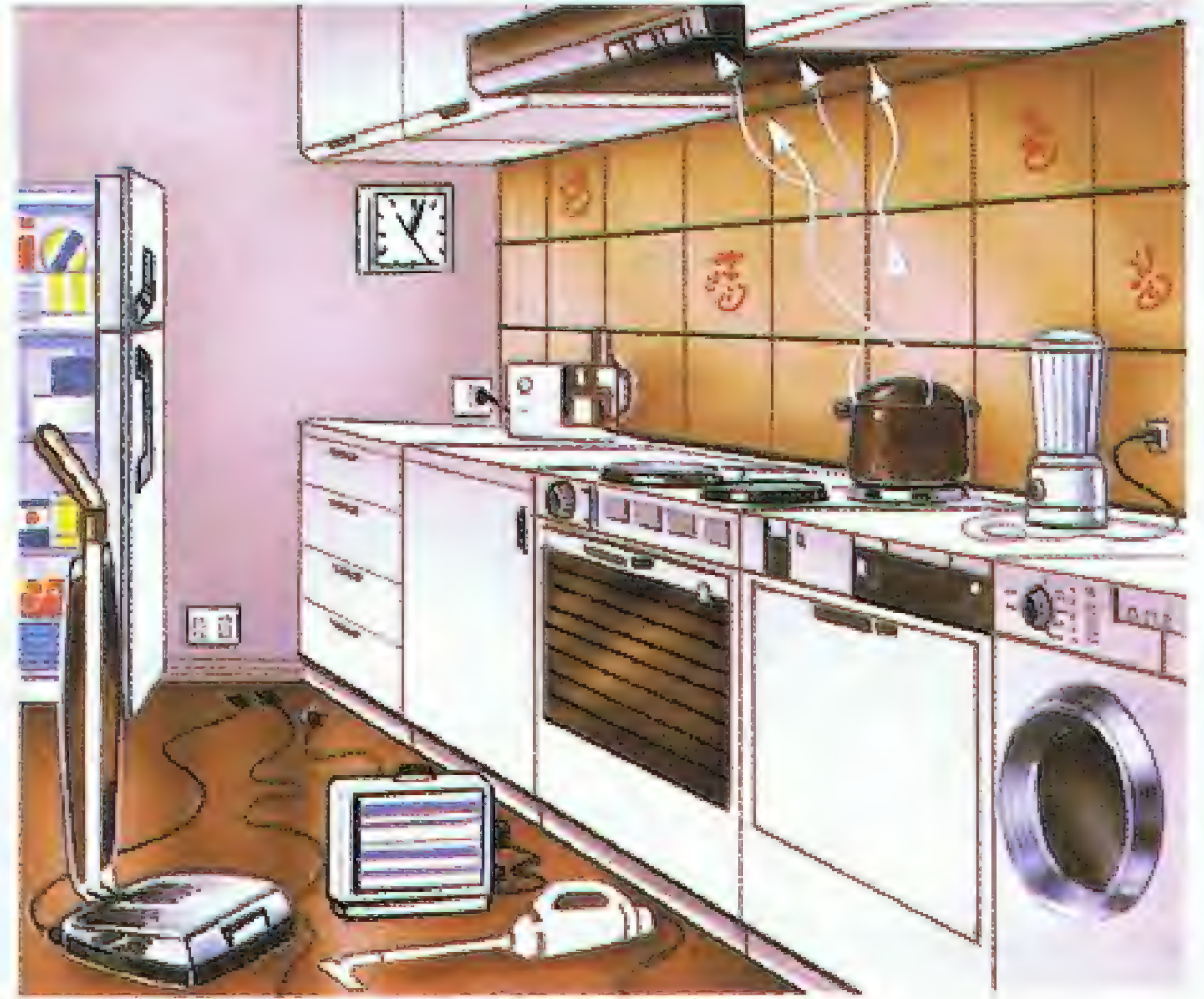
## هل الكهرباء عملية؟

الرقيقة المرنّة التي تصل إلى البيوت. لن نستطيع أن نستغني عن الكهرباء، لأنها طاقة «نظيفة» وصامتة.

الكهرباء عملية جداً، لأننا يمكن أن نستعملها حيثما نشاء حين نحتاج إليها. يسري التيار في أسلاك وأشرطة من الفولاذ أو النحاس: ابتداءً من الأسلاك الغليظة جداً التي تمُد بين الأبراج الفولاذية، وتُنقل بها كميات كبيرة إلى كل أنحاء البلاد، وانتهاءً بالأشرطة



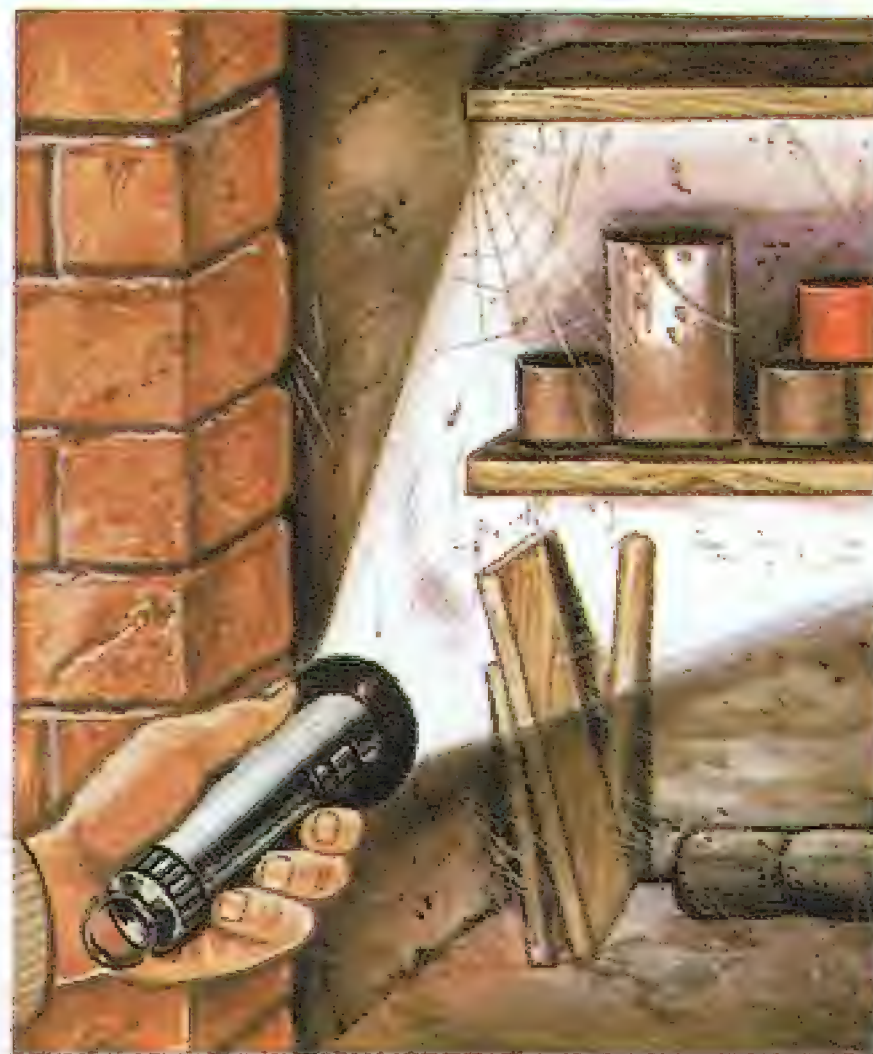
تُنقل الخطوط الكهربائية التيار



ليصل إلى داخل المنازل...



بطارية سيارة



مصباح الجيب

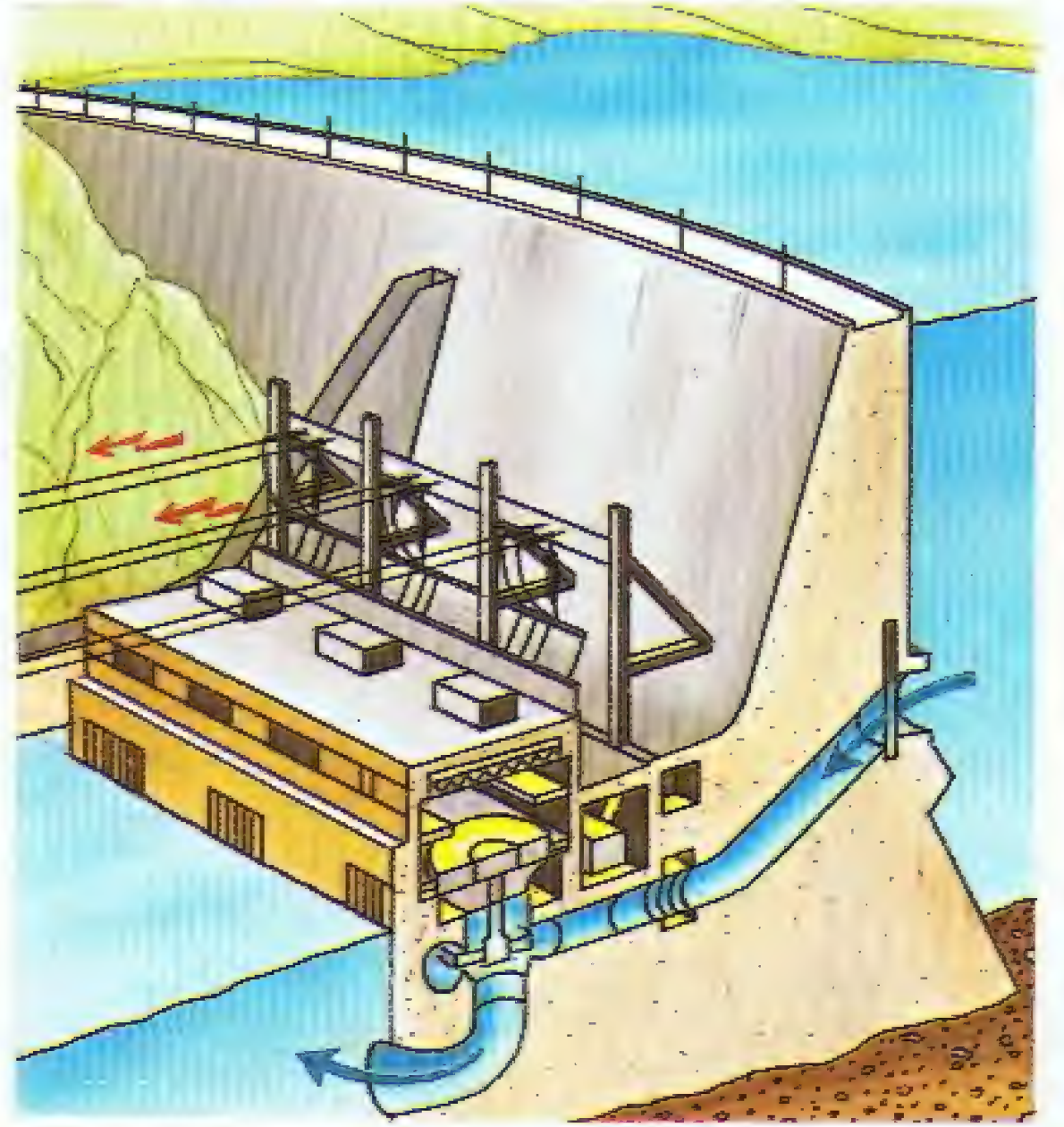
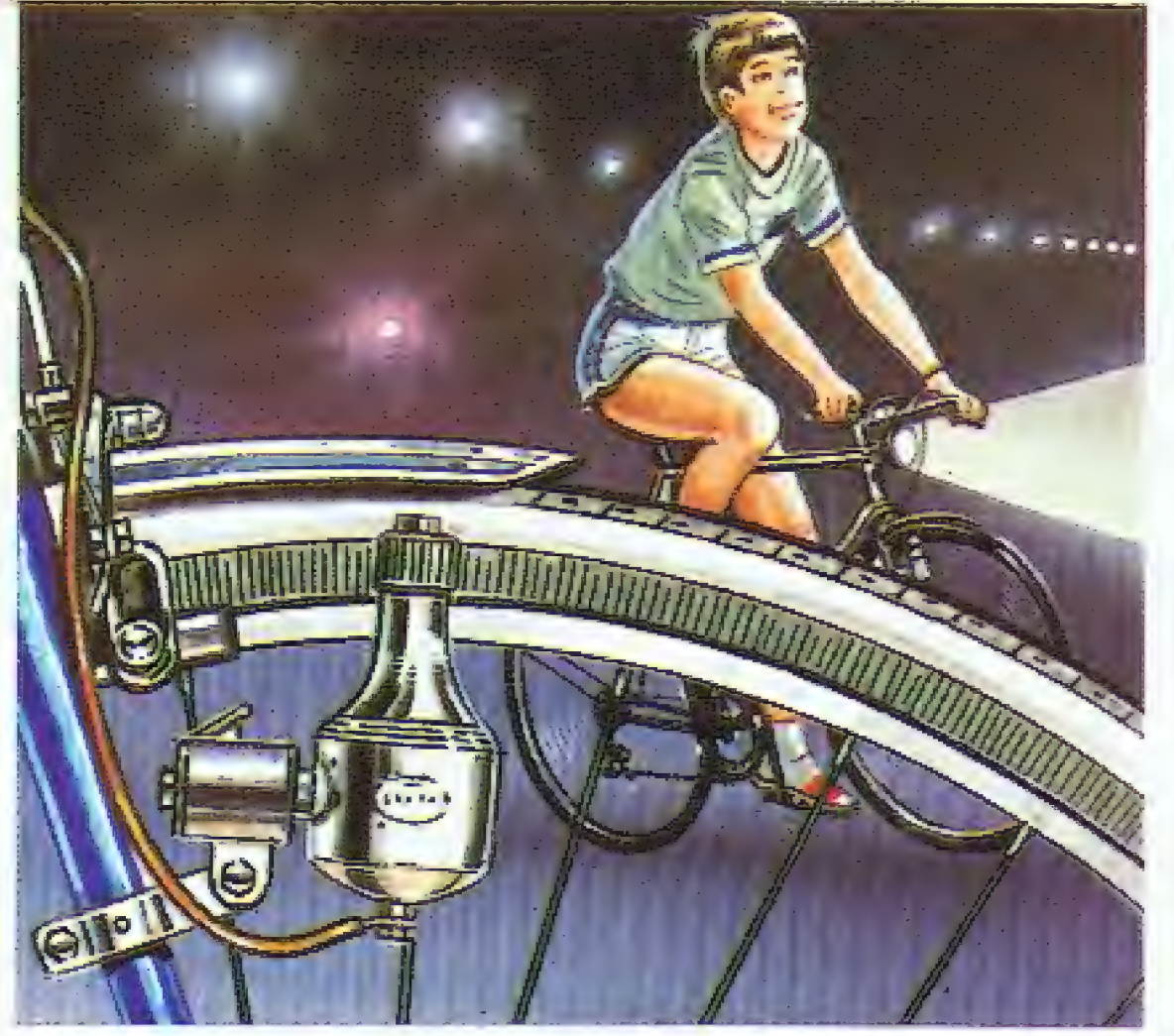


لعبة توجه من بعيد



## كَيْفَ يُمَكِّنُ تَوَلِيدُ الْكَهْرَبَاءِ مِنَ الْمَاءِ؟

غالبًا ما تكون هناك عُلْبَةٌ صَغِيرَةٌ قُرْبَ عَجَلَةِ الدَّرَاجَةِ: إِنَّهَا الدِّينَامُو. تَحْتَكَ الْعَجَلَةُ بِالدِّينَامُو، فَتُدِيرُ فِي دَاخِلِهِ مُحَرِّكًا صَغِيرًا يُولِّدُ الْكَهْرَبَاءَ. وَهَذَا يَكْفِي لِإِضَاءَةِ مَصْبَاحِ الدَّرَاجَةِ الصَّغِيرِ. وَفِي الْمَصَانِعِ الَّتِي تُنتِجُ الْكَهْرَبَاءَ، يُسَمَّى الدِّينَامُو الضَّخْمُ بِالْمُرَدِّدِ. قُوَّةُ الشَّلَالِ، مَثَلًا، يُمَكِّنُ أَنْ تُدِيرَ عَجَلَةٌ تُشغِّلُ مُرَدِّدًا. وَإِذَا جَعَلْنَا الْمَاءَ يَمُرُّ فِي أَنْيَابِ ضَيْقَةٍ، فَإِنَّا نَضَاعِفُ قُوَّتَهُ، وَهَكَذَا تَزْدَادُ قُوَّةُ الْمُرَدِّدِ.



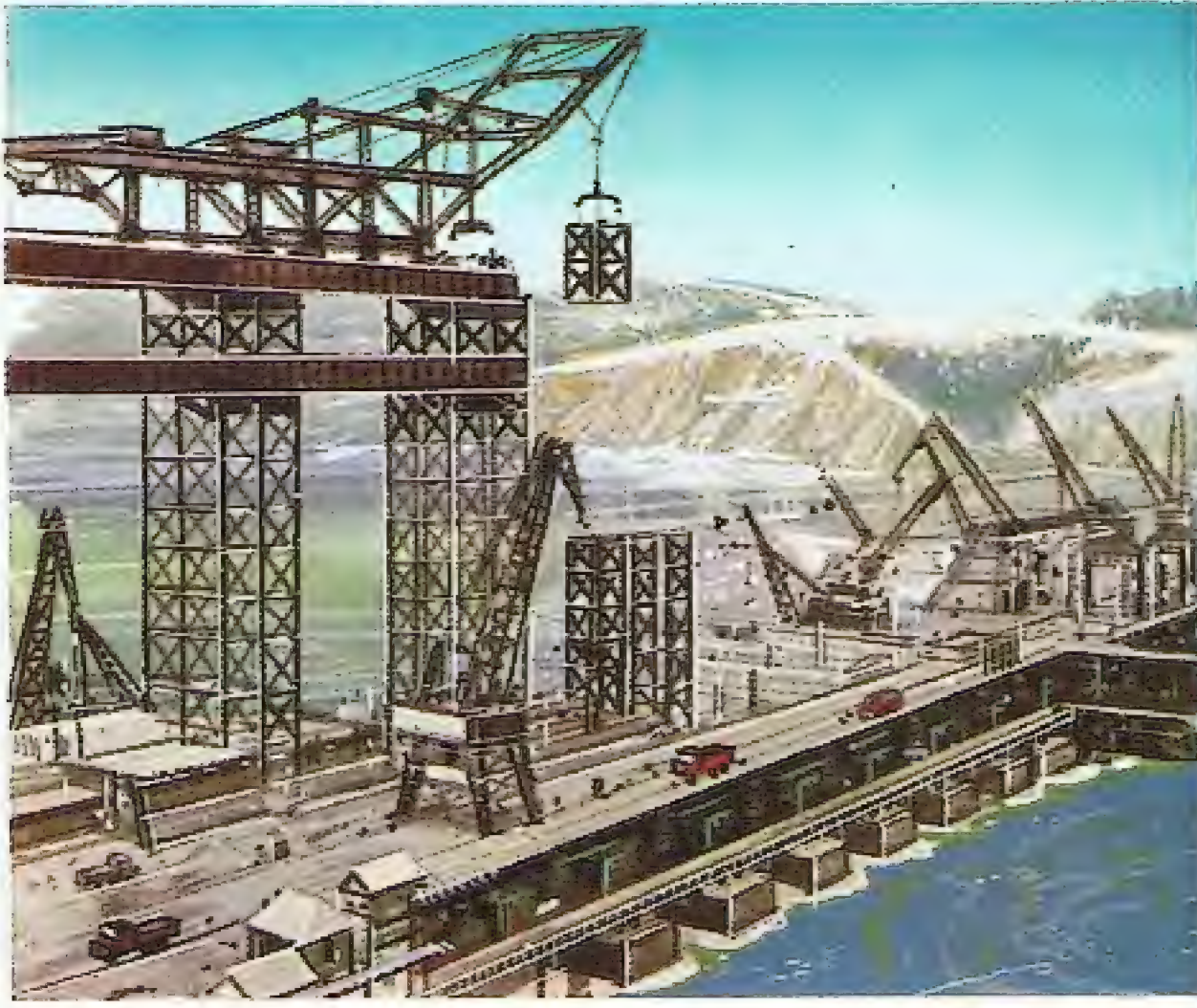
الدِّينَامُو وَالتَّرْبِينَةُ يُولِّدَانِ الْكَهْرَبَاءَ

فِي مِثْلِ هَذِهِ الْمَنَاطِقِ، فَمِنْ الْمُمْكِنِ أَنْ تُولَّدَ الطَّاقَةُ الْكَهْرِبَائِيَّةُ بِفَضْلِ قُوَّةِ الْمَاءِ الْمُنْصَبِّ فِي اتِّجَاهِ الشَّاطِئِ، ثُمَّ فِي الْإِتِّجَاهِ الْمَعَاكِسِ. هَكَذَا يَعْمَلُ الْمَصْنَعُ الْمُعْتَمِدُ عَلَى طَاقَةِ الْبَحْرِ. كَمَا يُحَاوِلُ الْمُهَنْدِسُونَ أَنْ يُولِّدُوا الْكَهْرَبَاءَ بِفَضْلِ قُوَّةِ الْأَمْوَاجِ.

## هَلْ يُمَكِّنُ اسْتِعْمَالُ قُوَّةِ الْبَحْرِ أَيْضًا؟

يَرْتَفِعُ الْمَاءُ وَيَنْخَفِضُ، عَلَى شَوَاطِئِ الْمُحِيطَاتِ، مَرَّتَيْنِ فِي الْيَوْمِ. هَذَا مَا يُسَمَّى بِالْمَدِّ وَالْجَزْرِ. وَفِي بَعْضِ الْمَنَاطِقِ مِنَ الْعَالَمِ، يَكُونُ هَذَا التَّفَاوُتُ فِي ارْتِفَاعِ مُسْتَوَى الْمَاءِ كَبِيرًا جَدًّا. إِذَا بَلَغَ عَشْرَةَ أَمْتَارٍ. إِذَا أُقِيمَ سَدٌّ





سُيَّسَاعِدُ عَلَيَّ تَوَلِيدِ الْكَهْرَبَاءِ



بِنَاءُ سَدٍّ...

## مَا نَفْعُ السَّدِّ؟

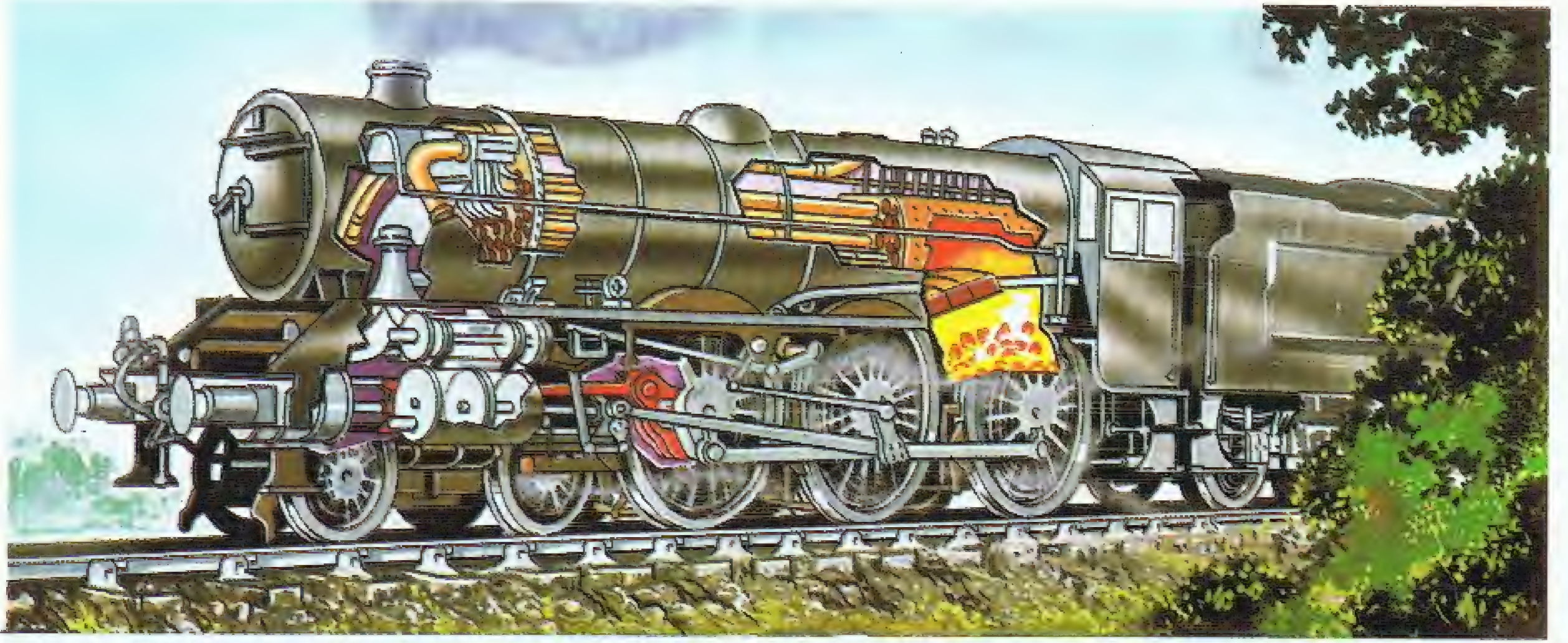
حِينَ تَصِلُ إِلَى أَسْفَلِ السَّدِّ، تُدِيرُ الْمَرَاوِحَ الَّتِي  
تُشغِّلُ الْمُرَدَّدَاتِ، وَبِقَدْرِ مَا يَكُونُ السَّدُّ مُرْتَفِعًا،  
تَزْدَادُ قُوَّةُ الْمَاءِ، وَيَزْدَادُ بِالنَّاتِجَةِ تَوَلِيدُ الطَّاقَةِ  
الْكَهْرَبَائِيَّةِ.

تُبْنَى السُّدُودُ لِكَيَّ «تَسُدَّ الطَّرِيقَ» أَمَامَ نَهْرٍ  
أَوْ سَيْلٍ، بِجِدَارٍ مِنَ الطِّينِ أَوْ مِنَ الْبَاطُونِ.  
تَكُونُ عِنْدَئِذٍ بُحِيرَةٌ صَنَاعِيَّةٌ مِنَ الْمَاءِ الَّتِي  
يُوقِفُهَا السَّدُّ. وَغَالِبًا مَا تَكُونُ هَذِهِ الْبُحِيرَةُ  
مُرْتَفِعَةً جَدًّا. لَكِنْ مِيَاهُهَا لَا تَمُرُّ فَوْقَ الْجِدَارِ.  
بَلْ تَنْصَبُّ عَبْرَ سُكُورٍ أَوْ فِي أَنْابِيبٍ غَلِظَةٍ.



مَصْنَعُ «الرَّانْسِ»، فِي مِثْلَةِ بَرِيتَانِيَا الْفَرَنْسِيَّةِ يَنْتِجُ الْكَهْرَبَاءَ بِفَضْلِ الْمَدِّ وَالْجَزْرِ





قَلْبُ القاطِرَةِ البُخاريَّةِ مَرَجَلٌ ضَخْمٌ

## هَلْ يُشْغَلُ الهَوَاءُ أَيْضًا بَعْضَ الآلاتِ؟

الهواءُ المحيطُ بنا يُتِيحُ لَنَا أَنْ نَتَنَفَّسَ. لَكِنَّ  
لَهُ كَذَلِكَ قُوَّةً. إِذَا تُقْبِتُ عَجَلَةً دَرَّاجَتِكَ،  
فَإِنَّ الهَوَاءَ الخارجَ مِنْهَا يُحْدِثُ صَفِيرًا، وَيُشِيرُ  
الغُبَارَ مِنْ حَوْلِهِ. هَذَا الهَوَاءُ الَّذِي «ضَغَطْتَهُ»  
فِي العَجَلَةِ، إِذْ نَفَخْتَهَا بِالْمِنْفَاخِ، يُمَارِسُ إِذَا  
قُوَّةً مُعَيَّنَةً لَدَى انفِلاتِهِ. وَهَكَذَا فَإِنَّ الهَوَاءَ  
المَضْغُوطَ يُمَكِّنُ أَنْ يُشْغَلَ مُحَرِّكَاتٍ. يَكْفِي  
أَنْ يُمَرَّرَ بِسُرْعَةٍ فِي أَنْبِيبٍ صَغِيرَةٍ وَعَبْرَ ثُقُوبٍ  
دَقِيقَةٍ جَدًّا، لِكَيْ يَصِيرَ قَوِيًّا جَدًّا. هَكَذَا  
يُشْغَلُ الهَوَاءُ المَضْغُوطُ، مَثَلًا، الفَارِزَةُ الَّتِي  
يَسْتَعْمِلُهَا أَطِبَّاءُ الأَسْنَانِ.



الهَوَاءُ المَضْغُوطُ يُشْغَلُ بَعْضَ الآلاتِ

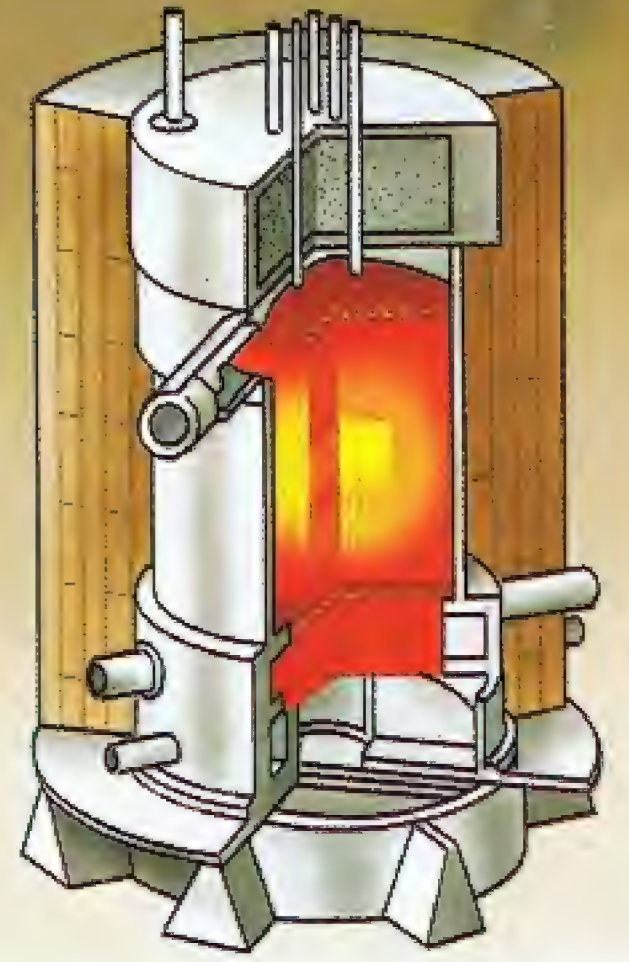


## كَيْفَ تَسِيرُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ؟

حِينَ يَغْلِي الْمَاءُ فِي قِدْرِ، يَكُونُ الْبُخَارُ الْمُتَصَاعِدُ مِنْهُ قَوِيًّا بِمَا فِيهِ الْكَفَايَةُ لِكَيْ يَرْفَعَ الْغِطَاءَ. إِذَا وَضَعْنَا مَاءً كَثِيرًا فِي مِرْجَلٍ ضَخْمٍ، فَإِنَّا نَسْتَطِيعُ أَنْ نَحْصُلَ عَلَى قُوَّةٍ كَبِيرَةٍ جِدًّا. إِذَا كَانَ الْبُخَارُ لَا يَتَصَاعَدُ إِلَّا عَبْرَ فَتْحَةٍ صَغِيرَةٍ، أَيْ عَبْرَ أَنْبُوبٍ عَلَى سَبِيلِ الْمَثَالِ،



أَبْرَاجُ تَبْرِيدِ مَحْطَةِ نَوَوِيَّةٍ



مُفَاعِلُ ذَرِيٍّ، مِنَ الدَّاخِلِ

## مَا الْمَحْطَةُ النَّوَوِيَّةُ؟

كُلُّ شَيْءٍ فِي الطَّبِيعَةِ مُؤَلَّفٌ مِنْ «حَبَّاتٍ» لَامَرِّيَّةٍ، هِيَ الذَّرَّاتُ. إِذَا فَكَّكْنَا بَعْضَهَا، فَإِنَّا نَحْصُلُ بِذَلِكَ عَلَى كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْحَرَارَةِ. هُنَاكَ مَصَانِعُ مِنْ نَوْعٍ خَاصٍّ، تُسَمَّى بِالْمَحْطَّاتِ النَّوَوِيَّةِ، وَتُنْتِجُ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ، مِنْ كَمِيَّةٍ قَلِيلَةٍ جِدًّا مِنَ الْمَادَّةِ، طَاقَةً يَتَطَلَّبُ إِنتَاجُهَا أَطْنَانًا

فَإِنَّ قُوَّةَ انْفِلَاتِهِ تُصْبِحُ أَكْبَرَ فَأكْبَرَ، بَحِثْ يُمَكِّنُ أَنْ تُشْغَلَ آلَاتُ ضَخْمَةٍ. هَكَذَا كَانَتْ تَتَقَدَّمُ الْقَاطِرَاتُ الْأُولَى. وَالْيَوْمَ أَيُّضًا، يُسْتَعْمَلُ الْبُخَارُ لِتَشْغِيلِ مُحَرِّكَاتٍ أَوْ مُرَدِّدَاتٍ تُنتِجُ الْكَهْرَبَاءَ.

مِنَ الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ. إِنَّهَا بِالنَّاتِجَةِ اقْتِصَادِيَّةٌ جِدًّا. وَبَعْدُ، فَلَنْ تَنْقُصَنَا الذَّرَّاتُ!





مُحرِّكُ هَوَائِيٍّ



هَذِهِ السَّفِينَةُ الْغَرِيبَةُ تَسْتَعْمِلُ قُوَّةَ الرِّيحِ

أَلْفِي مِترًا، فَإِنَّ حَرَارَتَهَا تَكُونُ كَافِيَةً إِلَى حَدٍّ  
بَعِيدٍ لَتَدْفِئَةَ الْمَنَازِلِ. وَمِنْ مَكَانٍ أَعْمَقَ، يُمَكِّنُ  
إِنْتَاجُ الْكَهْرِبَاءِ بِفَضْلِ بُخَارِهَا الْحَارِقِ.

## هَلْ يُمَكِّنُ اسْتِغْلَالُ نَارِ الْبَرَاكِينِ؟

كَلَّا، لِأَنَّ الْبَرَاكِينَ تَنْفَجِرُ بِقُوَّةٍ كَبِيرَةٍ  
جِدًّا. وَالْحَالُ أَنَّ الْحَرَارَةَ تَزْدَادُ بِقَدَرِ مَا نَنْزِلُ  
فِي جَوْفِ الْأَرْضِ. وَقَلْبُ كَوْكَبِنَا تَتَجَاوَزُ  
حَرَارَتُهُ خَمْسَةَ آلَافِ دَرَجَةٍ. لَا ضَرُورَةَ  
لِلنُّزُولِ إِلَى هَذَا الْعَمَقِ؛ يَكْفِي مَثَلًا أَنْ نَسْتَغْلِلَ  
الْمِيَاهَ الْجَوْفِيَّةَ الْحَارَّةَ. إِذَا اسْتُمِدَّتْ مِنْ عُمَقِ

فَلَهَا مَرَايَا كَثِيرَةٌ تُجْمَعُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ فِي  
نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ تَرْتَفِعُ فِيهَا الْحَرَارَةُ إِلَى دَرَجَةٍ  
عَالِيَةٍ جِدًّا. وَأَخِيرًا، تُسْتَعْمَلُ خَلَايَا ضَوْئِيَّةٌ  
كَهْرِبَائِيَّةٌ لِتَحْوِيلِ نَوْرِ الشَّمْسِ مَبَاشَرَةً إِلَى  
كَهْرِبَاءٍ، كَمَا هِيَ الْحَالُ فِي الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ.

## مَا الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ؟

تُدْفَأُ الْبُيُوتُ الشَّمْسِيَّةُ بِفَضْلِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ  
الَّتِي تَدْخُلُ فِي النَّهَارِ عَبْرَ زُجَاجِ النُّوَافِدِ. وَفِي  
الَّيْلِ، تَمْنَعُ الصُّفُوفُ الْعَازِلَةُ خُرُوجَ هَذِهِ  
الْحَرَارَةِ. وَالْأَلْوَاحُ الشَّمْسِيَّةُ الَّتِي تَرَاهَا أحيانًا  
عَلَى سَطُوحِ الْمَنَازِلِ تُسَخِّنُ سَائِلًا يَدُورُ بَعْدَئِذٍ  
فِي أَنْبَابِ التَّدْفِئَةِ الْمُرَكِّزَةِ. أَمَّا الْأَفْرَانُ الشَّمْسِيَّةُ



## لِمَاذَا يُحْكِي عَنْ طَاقَاتٍ جَدِيدَةٍ؟

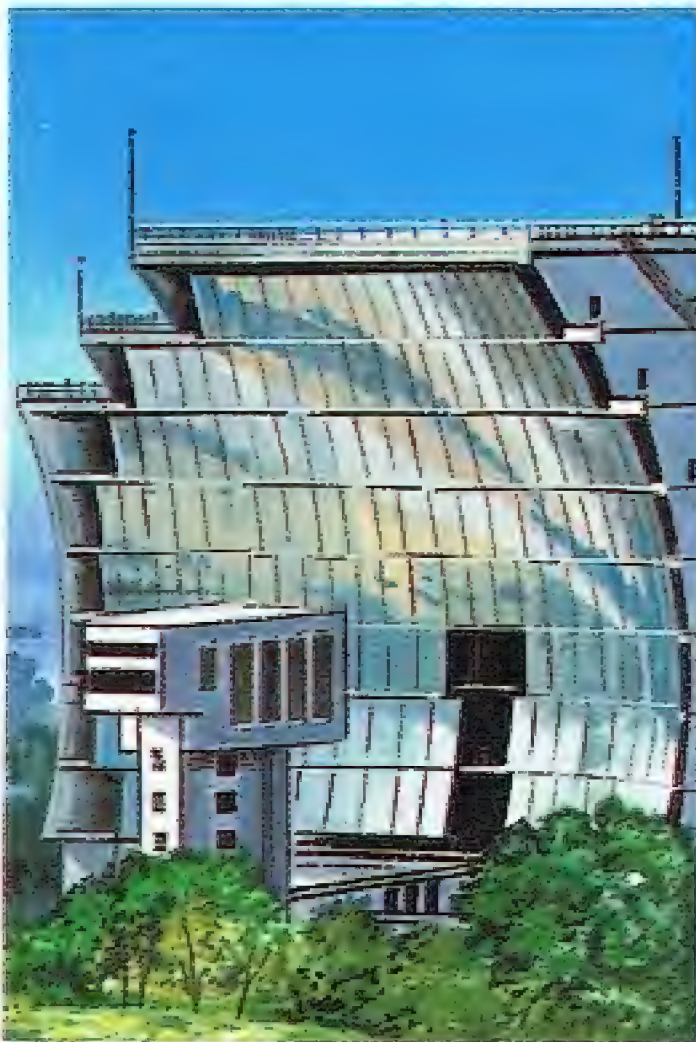
هذه الطاقات التي تُسمى «جديدة» موجودة في الواقع منذ البداية. ففي الماضي، كانت تُستعملُ لسهولة العُثور عليها في الطبيعة: كالرياح لِتسيير المراكب، أو خشب الغابات للتدفئة... شيئاً فشيئاً، احتاج الناس إلى مصادر أخرى للطاقة، كي يُديروا آلاتهم.



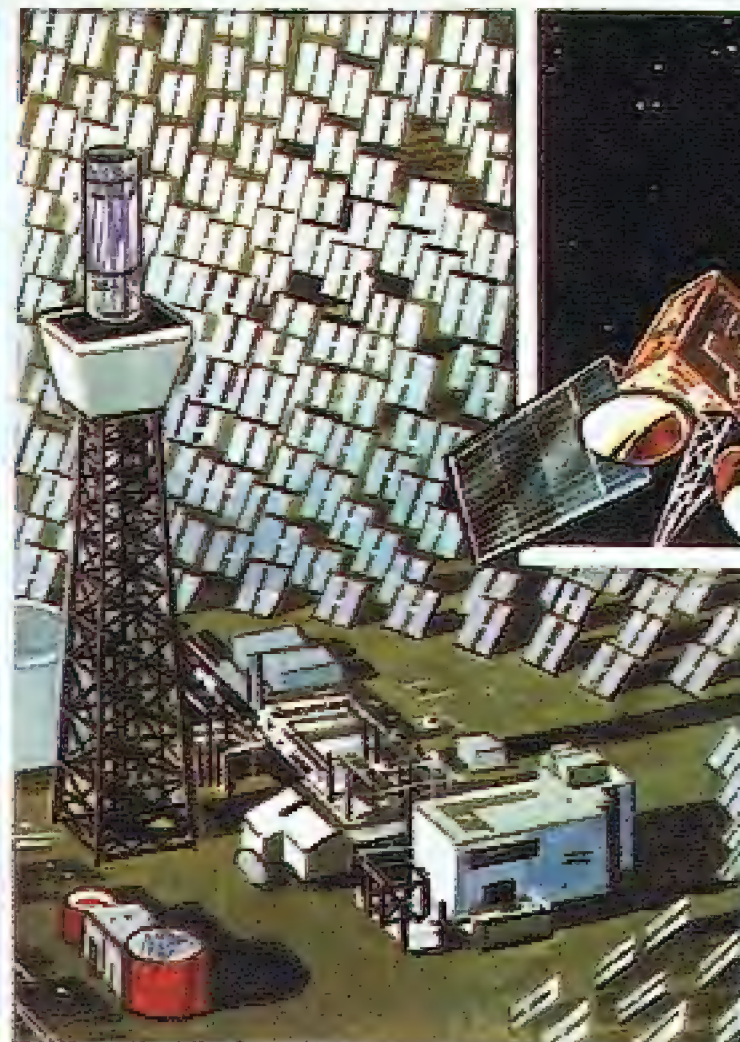
حرارة الأرض تُفجر البراكين



تُستعمل حرارة الأرض في إنتاج الكهرباء



فُرْن شمسي



محطة شمسية للكهرباء



قمر صناعي وبيت شمسي



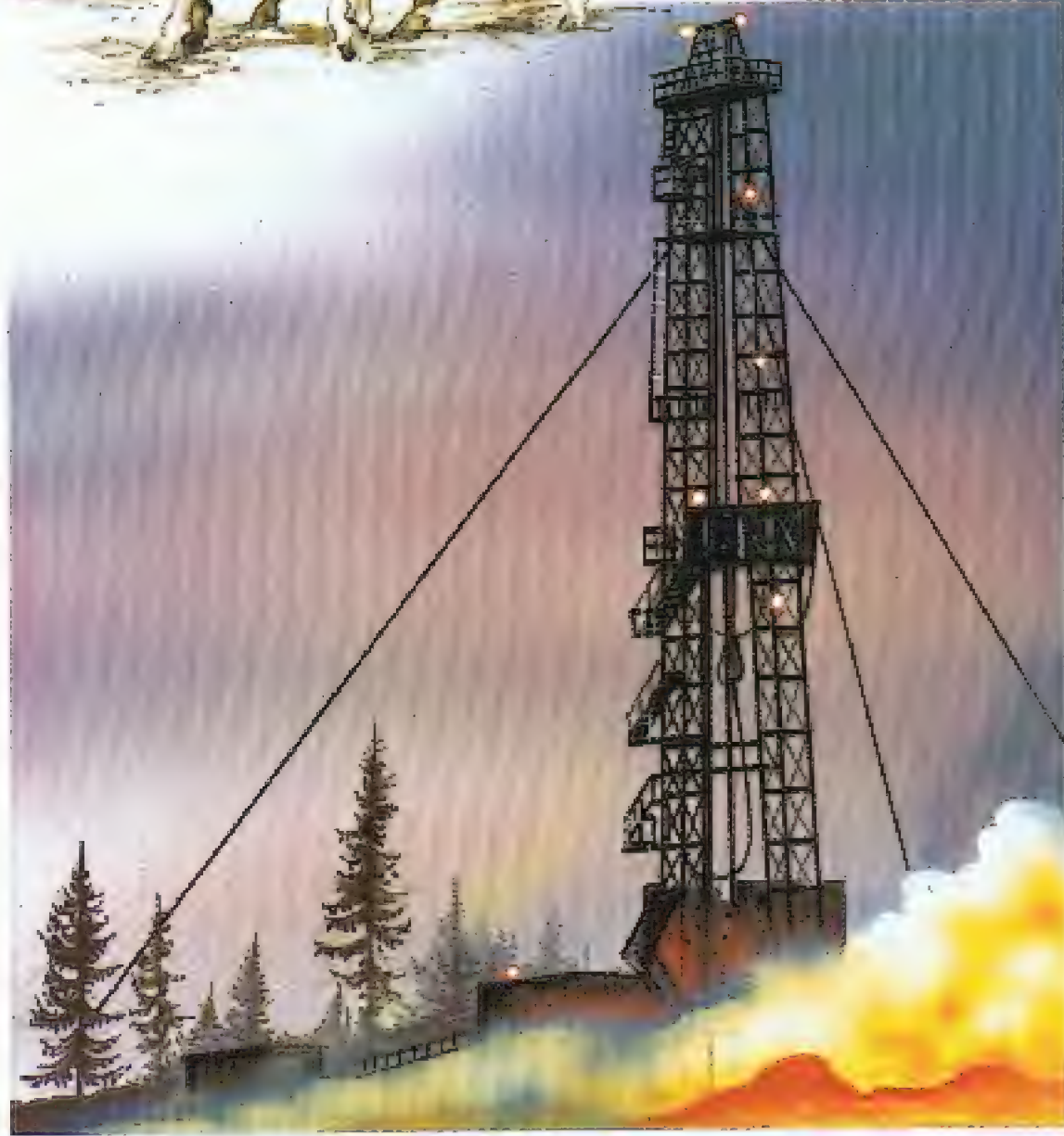
## هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تَخْتَفِيَ الطَّاقَةُ كُلِّيًّا؟

النَّفْطُ أَوْ الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ. أَمَّا الْيَوْمَ، فَيَجِبُ أَنْ  
نَتَخَيَّلَ تَقْنِيَّاتٍ جَدِيدَةً، وَمَوَارِدَ أُخْرَى. إِذَا  
تَوَصَّلْنَا إِلَى ذَلِكَ، فَلَنْ تَنْقُصَنَا الطَّاقَةُ أَبَدًا.

لَقَدْ وَجَدْنَا حَتَّى الْآنَ، فَوْقَ الْأَرْضِ  
وَتَحْتَهَا، مَصَادِرَ كَثِيرَةً لِلطَّاقَةِ. لَكِنَّ الْبَشَرَ،  
عَلَى كَوْنِنَا، يَسْتَهْلِكُونَ الْمَزِيدَ مِنْهَا بِاسْتِمْرَارٍ،  
لَأَنَّ أَعْدَادَهُمْ فِي تَزَايُدٍ مُسْتَمِرٍّ. قُوَّةُ الْمَاءِ، أَوْ  
الرَّيْحِ، أَوْ الْحَيَوَانَاتِ، كَانَتْ سَهْلَةً لِالِاسْتِعْمَالِ.  
ثُمَّ احْتَجْنَا إِلَى اسْتِخْدَامِ الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ، أَوْ

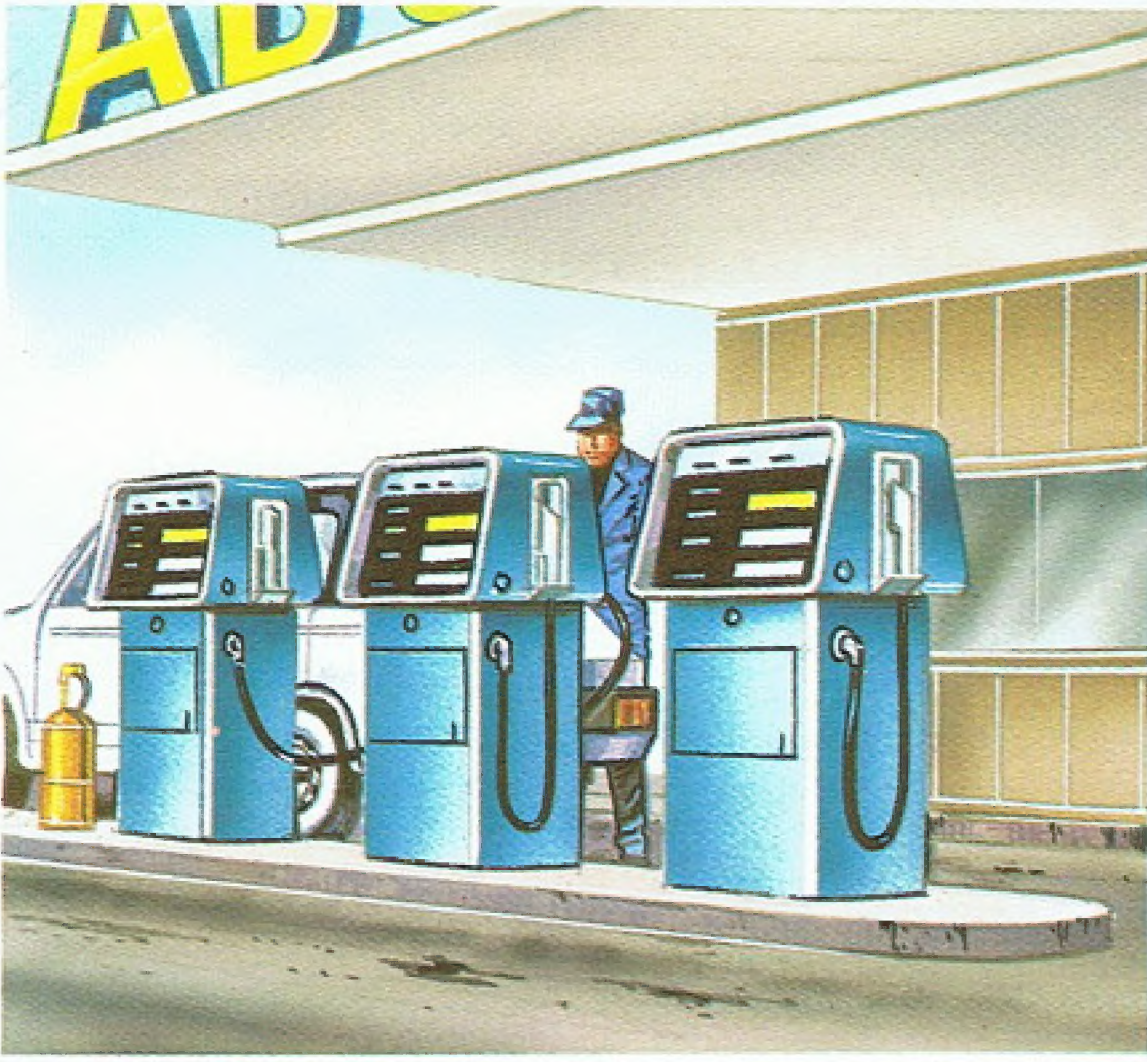
## لِمَاذَا يُقَالُ إِنَّنَا يَجِبُ أَنْ نَقْتَصِدَ فِي الطَّاقَةِ؟

تَتَزَايَدُ كَلْفَةُ الطَّاقَةِ يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ. يَجِبُ  
أَنْ نَتَعَلَّمَ كَيْفَ لَا نُبَدِّدُهَا بَلْ كَيْفَ نَقْتَصِدُ  
فِي انْفَاقِهَا. الْيَوْمَ مَثَلًا، تُعْزَلُ الْبُيُوتُ تَلَافِيًا  
لِفَقْدَانِ حَرَارَةِ التَّدْفِئَةِ. تُصْنَعُ سَيَّارَاتٌ تَسْتَهْلِكُ  
أَقْلَّ قَدْرٍ مُمَكِّنٍ مِنَ الْوَقُودِ. كَمَا يُحَاوِلُ  
النَّاسُ أَنْ يُعِيدُوا اسْتِعْمَالَ الطَّاقَةِ الْمُسْتَعْمَلَةِ.  
وَهَكَذَا، فَإِنَّ الْمَاءَ الَّذِي تُبْرِّدُ بِهِ مَحَطَّاتُ تَوَلِيدِ  
الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ، يُمَكِّنُ أَنْ يُسْتَعْمَلَ بَعْدَئِذٍ فِي  
تَسْخِينِ أَنْيَابِ التَّدْفِئَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ. وَحَتَّى نُفَايَاتُ  
الْمَدُنِ، يَتَزَايَدُ اللُّجُوءُ إِلَى إِحْرَاقِهَا لِتَوَلِيدِ الطَّاقَةِ  
الْكَهْرِبَائِيَّةِ.

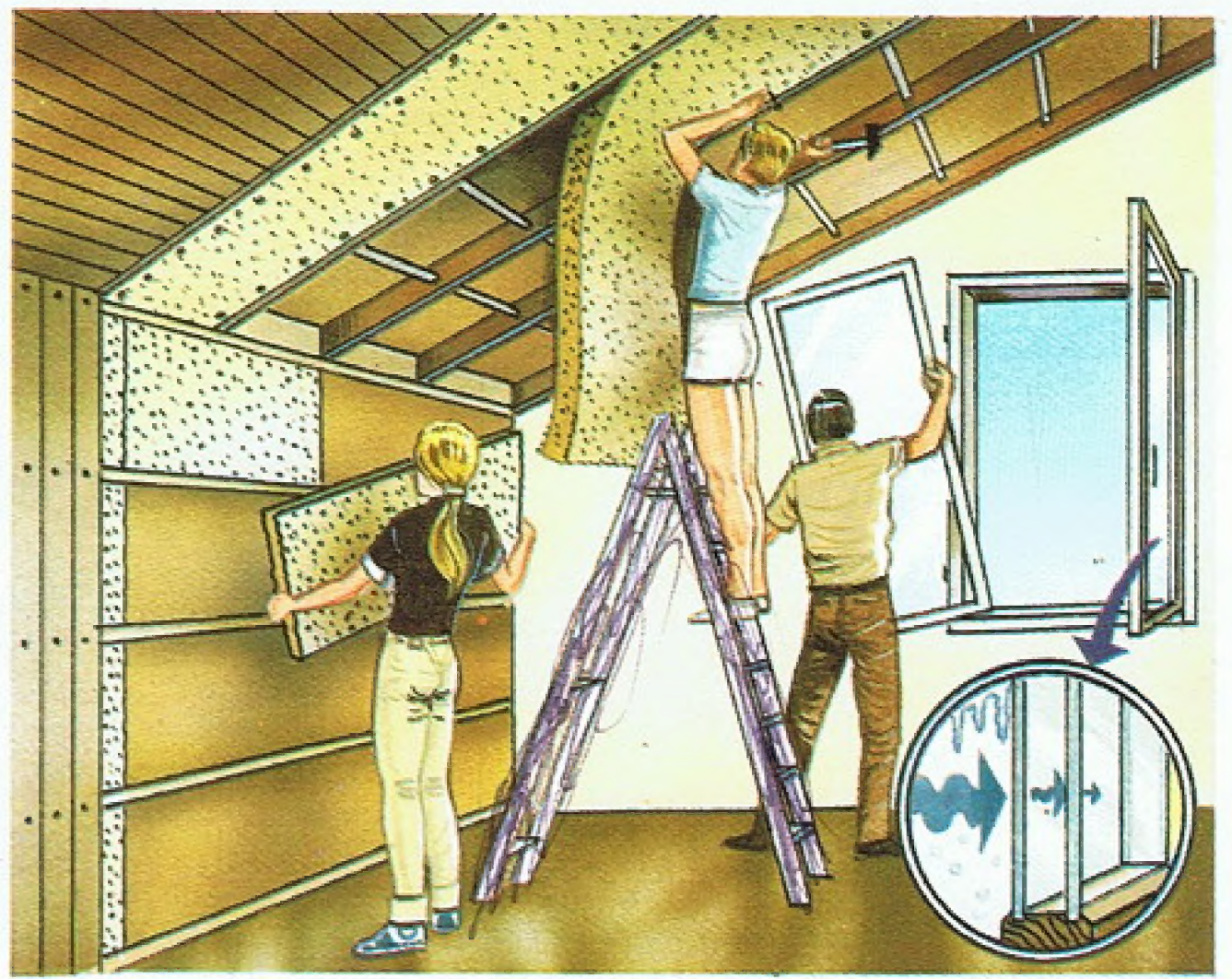


يَتَزَايَدُ اسْتِهْلَاكُ الْإِنْسَانِ لِلطَّاقَةِ

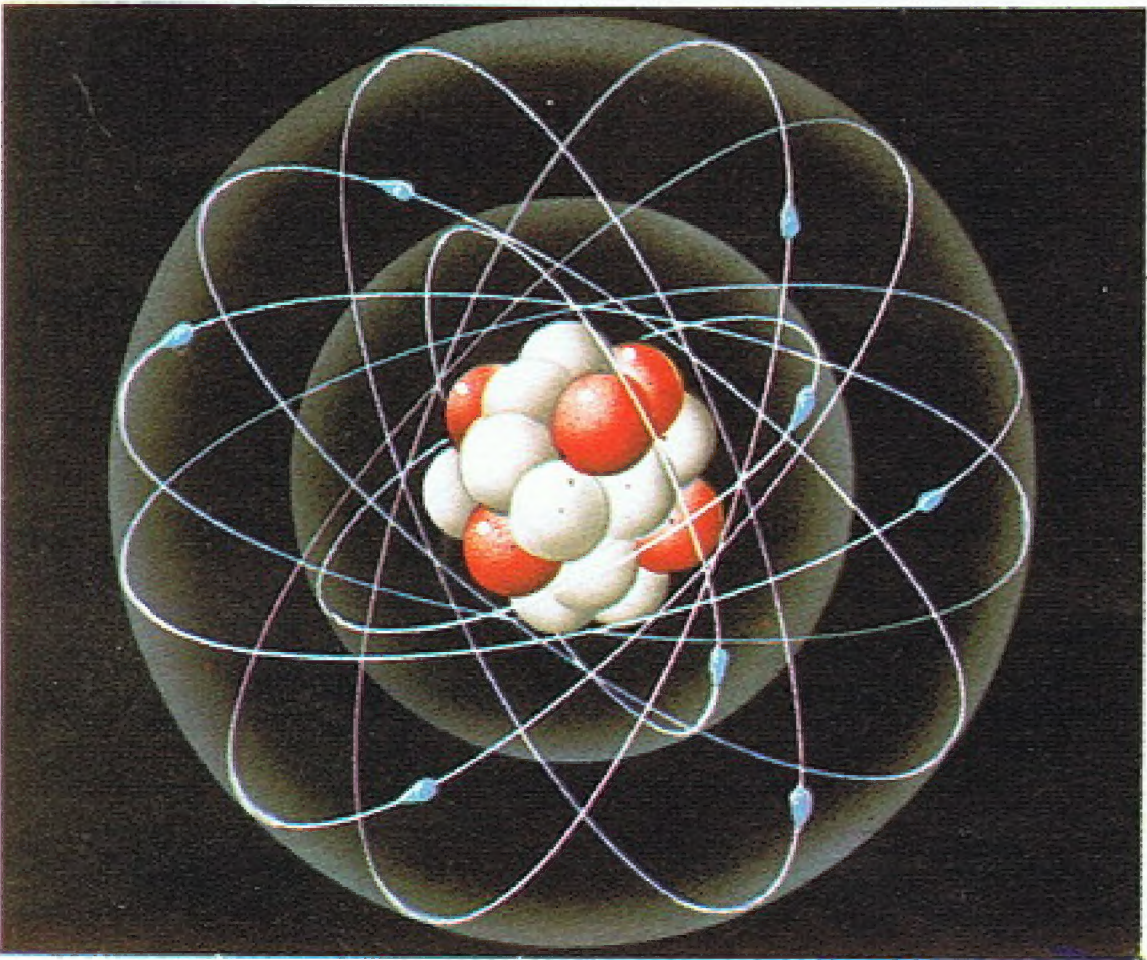




ليس النفطُ غيرَ قابلٍ للنفاذِ



عزلُ المنازلِ مُفيدٌ جدًّا



منَ النجومِ إلى الذَّراتِ: عَالَمٌ لَمْ يُسْتَكْشَفْ بَعْدُ

## هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ نَجِدَ الطَّاقَةَ خَارِجَ الْأَرْضِ؟

هيهاتِ أَنْ نكونَ قَدْ اسْتَغْلَلْنَا كُلَّ مَوَارِدِ  
الطَّاقَةِ فِي كَوْكَبِنَا. فَكَّرْ فَقَطْ فِي حَرَارَةِ  
الْأَرْضِ، فِي أَشِعَّةِ الشَّمْسِ، فِي قُوَّةِ الْبَحَارِ،  
وَكُلِّهَا طاقاتٌ لَا تَنفَدُ عَمَلِيًّا. وَتَصَوَّرْ، خَارِجَ  
الْأَرْضِ، الْكَوَاكِبَ الْأُخْرَى، وَالنَّجُومَ،  
وَالْمَجَرَّاتِ، وَالْكَوْنِ كُلَّهُ. لَقَدْ انْطَلَقْنَا بِفَضْلِ  
الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالصَّوَارِيخِ إِلَى الْفَضَاءِ  
الرَّحِبِ، حَيْثُ لَمْ يُسْتَكْشَفْ كُلُّ شَيْءٍ بَعْدُ.  
إِنَّهُ عَالَمٌ لَا نِهَائِيَّ الْكِبَرِ. وَلَا نِهَائِيَّ الصَّغَرِ  
أَيْضًا: لِأَنَّ الذَّرَّاتِ لَمْ تَبْحَ لَنَا بَعْدُ بِكُلِّ  
أَسْرَارِهَا. يَا لِلْمُغَامَرَاتِ الْمُشَوِّقَةِ الَّتِي مَا زَالَتْ  
تَنْتَظِرُنَا!



## فوق الارض وتحتها

خزان الكهرباء: ٥٠	الآجر: ٤٢ ، ٤٣
الخليط: ٣٧	الاحجار ال: كريمة، ٤٥
الدراجة: ١٩ ، ٢٧ ، ٥٢	الاسمنت: ٤٢
الدراجات الترادفية: ٢٧	الإشارات: ٢٣
الدراجات النارية: ١٨ ، ١٩	الألماس: ٣٤ ، ٣٥ ، ٤٥
الدھليز: ٣١ ، ٣٢	انايب الغاز: ٣٨
الدينامو: ٥٢	انايب النفط: ٣٨
	الاورانيوم: ٣٥
الذرات: ٤١ ، ٥٥ ، ٥٩	
الذهب: ٣٢ ، ٣٥ ، ٤٤	البئر: ٣٢
	الباصات الكهربائية: ٢٧
الرصاص: ٣٥	الباطون: ١٤ ، ٤٢
الرصيف المتحرك: ٢٧	البخار: ٥٥ ، ٥٦
الرمل: ٤٢	البرج النفطي: ٣٠ ، ٣٨
	البركان: ٥٦ ، ٥٧
الزفت: ٢١ ، ٤٠	البرونز: ٣٧
الزلاجات: ٢٧	البطارية: ٥٠
السباق: ١٨	الترع: ٢٥
السد: ٥٢ ، ٥٣	
السرعة: ١١ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢٣ ، ٢٦	الجص: ٤٢
السفن: ١٢ ، ١٥ ، ٢٧	الجيوب الغازية: ٣٣
السلامة: ١٨ ، ٢٠ ، ٢٦	
السيارة: ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٦ ، ٢٧	الحجارة: ٣١ ، ٤٣
	الحجر الكلسي: ٤٢ ، ٤٣
الصخور: ٣٢ ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٨ ، ٤٢ ، ٤٣	الحديد: ٣١ ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٤٤
صهارة الحديد: ٣٦	الحفر: ٣٨ ، ٣٩



المحطة النووية: ٥٨ ، ٥٥	الطائرة: ٢٦
المحولات: ٢٢	الطاقة: ٤٨ ، ٤٩ ، ٥٥ ، ٥٨ ، ٥٩
المردد: ٥٢ ، ٥٣ ، ٥٥	الطاقات الجديدة: ٥٧
المراكب النهرية المسطحة: ٢٤ ، ٢٥	الطاقات الشمسية: ٥٦
المراكب الهوائية: ٢٧	الطاقات النووية: ٥٠ ، ٥٨
مصعد السفن: ٢٥	الطرق: ١٠ ، ١٢ ، ٢١
مصفاة النفط: ٤٠	طرق السيارات (اوتوستراد)، ١٢ ، ٢٠
المصنع المعتمد على طاقة البحر: ٥٢	
المطارق النقارة: ١٤ ، ٣٢	العجلات: ١٨ ، ٢١ ، ٢٢
المعادن: ٣٧ ، ٤٤	العربة ذات العجلتين: ٢٧
المقلع: ٤٣	
المكايح: ١٦ ، ١٨	الغاز: ٣٣ ، ٣٤ ، ٣٨ ، ٣٩
المكبس: ١٦	
المنجم: ٣٢ ، ٣٥ ، ٤٣ ، ٤٤ ، ٤٥	الفرن العالي: ٣٦ ، ٣٧
المواد الأولية: ٣٠ ، ٣١ ، ٤٣	الفولاذ: ١٤ ، ٢١ ، ٣٦
المواد اللدائنية: ٤١	
المواد المنجمية: ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٤٣	القاطرة: ٢٢ ، ٤٩ ، ٥٥
	القطار: ١٠ ، ١٢ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٦ ، ٢٧
النحاس: ٣٤ ، ٣٧	قطار السرعة القصوى: ٢٢
نفاث الطائرة: ٤٨	القطارات الكهربائية: ٢٧
النفط: ٣١ ، ٣٤ ، ٣٨ ، ٣٩ ، ٤٠ ، ٥٨	القمر الصناعي: ٥٦ ، ٥٩
النفق: ١٠ ، ١٤ ، ١٥ ، ٣٢	القبوات: ٢٥
النوابض: ١٦	قوة البحر: ٤٩ ، ٥٠ ، ٥٢
	قوة الرياح: ٤٨ ، ٥٧ ، ٥٢
الهواء المضغوط: ٤٥	
هيكل السيارة: ١٦ ، ١٩	الماء: ٤٨ ، ٥٢ ، ٥٣ ، ٥٨
وسائل النقل: ١٠ ، ٢٧	المحرك: ١٦ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٤ ، ٤٨ ، ٤٩ ، ٥٤ ، ٥٥
	المحطة: ٢٧



## فوق الأرض وتحتها

كَيْفَ يُدِيرُ الْمُحَرِّكُ عَجَلَاتِ السَّيَّارَةِ؟

لِمَاذَا يُوضَعُ الزَّفْتُ عَلَى الطَّرِيقَاتِ؟

هَلْ تَوْجَدُ وَسَائِلُ نَقْلِ غَرِيبَةً جَدًّا؟

أَيَسُودُ الظَّلَامُ حَقًّا تَحْتَ الْأَرْضِ؟

لِمَاذَا تَشْتَعِلُ بَعْضُ آبَارِ النَّفْطِ؟

كَيْفَ نَجِدُ الذَّهَبَ؟

مَا نَفْعُ الطَّاقَةِ؟

هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ نَجِدَ الطَّاقَةَ خَارِجَ الْأَرْضِ؟

### أسئلة ... وأجوبة

وضعها وأشرف عليها إختصاصيون في علم  
التربية والعلوم المختلفة .

### أسئلة ... وأجوبة

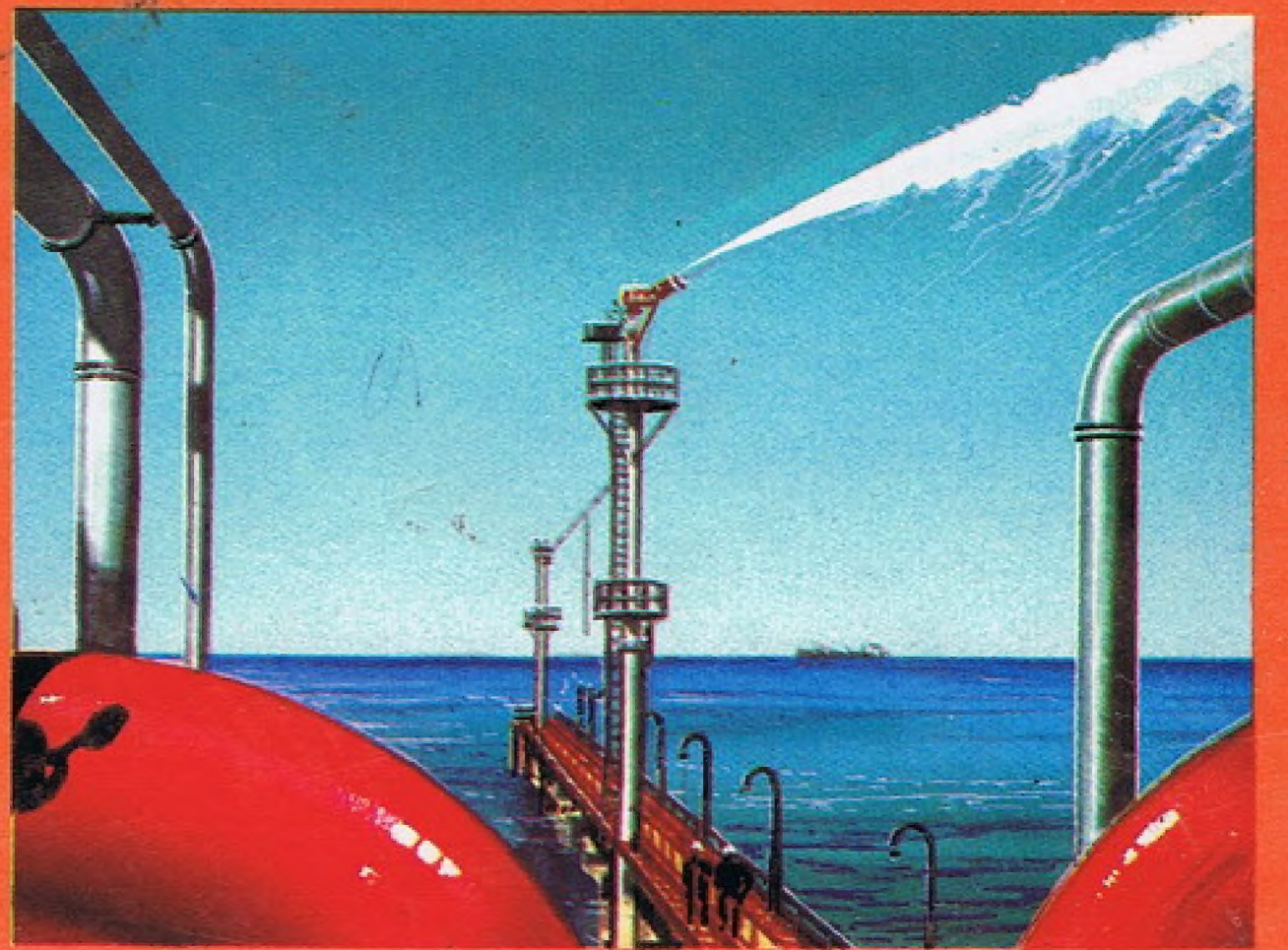
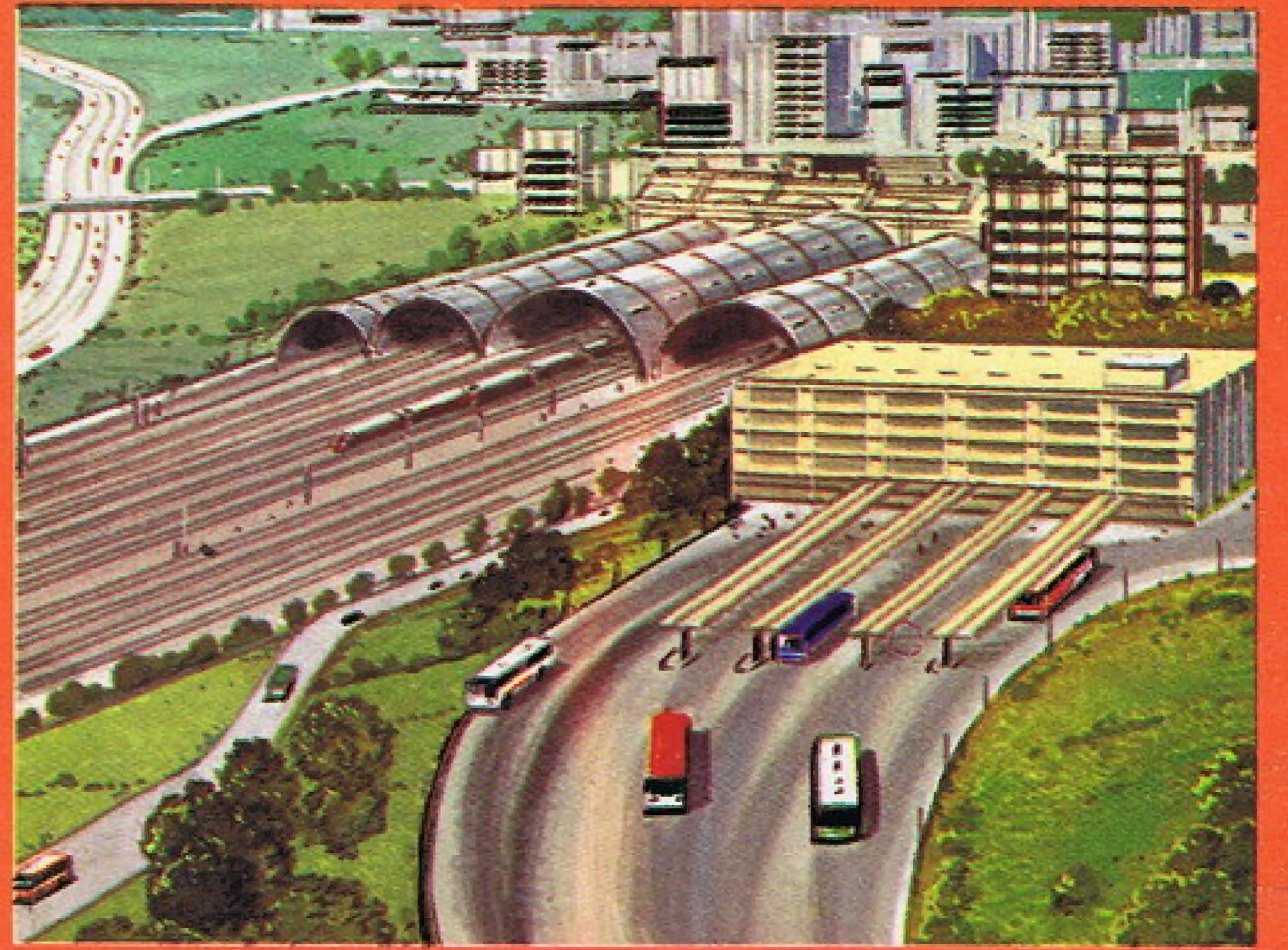
تتناول المواضيع الأكثر إثارة للفضول  
العلمي ، وتعالج بشكل مشوق يراعي  
أغراض الدقة العلمية .

### أسئلة ... وأجوبة

لغة سهلة مبسطة مع تشكيل وتحريك  
الكلمات لتسهيل قراءتها ويستقيم المعنى  
اللغوي .

### أسئلة ... وأجوبة

تُغني المعرفة العلمية لدى الأطفال  
والأولاد .



## أسئلة ؟ . وأجوبة

أقرب من أسئلة الأبناء . . .

أبعد من أجوبة الآباء